

[illegible]

KUNNOSSAPITOTOIMISTO 1988

TVH 743955

1/ 88 : 361



HAL
2/6/509

TEIDEN PÄÄLLYTEKOKKEET VUOSINA 1975-86

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Kunnossapitotoimisto 1988

ISBN 951-47-1006-1

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1	J O H D A N T O	9
1.1	Tutkitut päällystekokeet	9
1.2	Määritelmiä	9
2	A S F A L T T I P Ä Ä L L Y S T E K O K E I L U T	12
2.1	Syväasfalttikokeilut vuosina 1970-80	12
2.2	Bitumikoetie Pudasjärvellä vuonna 1971	14
2.3	Valuasfalttikonetie Mäntsälässä vuonna 1971	15
2.4	Kuumapäälllysteiden vauriotutkimus	17
2.5	Päällysrakennekoetie Palojärvi-Olkkala	20
2.6	Tartukseen vaikutus asfalttibetonin kulutus- kestävyyteen	23
2.7	Päällystekonetie Jorvaksentiellä vuonna 1974	24
2.8	Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus	27
2.9	Asfalttipäällysteen kulumistutkimuksia Pohjois-Suomessa vuosina 1975-81	30
2.10	Rumussa sekoitetusta asfalttimassasta valmistetun päällysteen ominaisuuksista	32
2.11	Asfalttibetonin kiilletutkimus vuonna 1976	33
2.12	Päällystekonetie Kehä III:lla	36
2.13	Asfalttipäällysteiden lajittumisesta	41
2.14	Masumikuonan käytöstä bitumilla sidotuissa tiepäällysteissä	42
2.15	Päällystyskokeilu Wirtgen Repave -menetelmällä valtatiellä 3	44
2.16	Piikkiön päällystekonetie 1978-83	46
2.17	Päällystekonetie rumpusekoitusmenetelmällä valtatiellä 3 Parkanossa vuonna 1979	50
2.18	Nurmijärven päällystekonetie vuonna 1979	51
2.19	Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä	55
2.20	Roudan aiheuttama pituushalkeama	58
2.21	Kuumennuspintaustutkimus vuonna 1980	63

2.22	Valuasfalttipäällysteiden kulumis- ja defor-	65
	maatiotutkimus Mannerheimintiellä	
2.23	Terästeollisuuden kuonien käyttö	66
	tienpäällysteessä	
2.24	Asfalttipäällysteen poikittaishalkeamista	68
	matalissa lämpötiloissa	
2.25	Kuonapäällystekoetie 1981	70
2.26	Asfalttipäällystekoetie valtatiellä 4-5	72
	Mäntsälässä vuonna 1981	
2.27	Lajittumakoetie Lahmus-Takkula 1982	76
2.28	Karkeutetun asfalttipäällysteen urautuminen	78
	Länsiväylällä 1981-83	
2.29	Päällystekoetie vuonna 1982 moottoritiellä 4-5	80
	Helsingissä välillä Tattarinharju-Jakomäki	
2.30	Kuumabitumitartukekoetiet vuonna 1983	83
2.31	Mäkelänkadun päällystekokeilu 1983	85
2.32	Tutkimus päällystettyjen teiden poikittais-	87
	halkeiluun vaikuttavista tekijöistä	
2.33	Hämeentien asfalttibetoni- ja sidekivi-	90
	päällysteiden profiilimittaukset	
2.34	Kokeet ohuilla pintauksilla vuonna 1984	91
2.35	Halkeamatutkimus vuonna 1984	93
2.36	A-bitumikoetie vuonna 1984	94
2.37	Asfalttibetonin maksimiraekokeilut vuonna 1984	96
2.38	Nurmeksen ja Helsingin recycling-koetiet	99
	vuonna 1984	
2.39	Sipernat-kokeilu Jorvaksentiellä	102
2.40	Pitäjännäentien päällystekokeilu	103
2.41	Trinidad-luonnonasfalttikokeilu vuonna 1985	105
2.42	Kumibitumikokeilu kantatiellä 50	107
2.43	Heijastushalkeamien ehkäiseminen käyttämällä	108
	suodatinkankaita	
2.44	Paksulaattakoe vuonna 1985	110
2.45	Sammutetun kalkin koetiet	112
2.46	Asfaltinlevitintutkimus 1986	114
2.47	Keravan bitumi- ja serpentiniittikoetie	117
	vuonna 1986	
2.48	Poikkihalkeamien estämiskokeilu kumibitumilla	119
	vuonna 1986	
2.49	Tartukekokeilut Pohjois-Karjalassa vuonna 1986	121
2.50	Mäntyöljykokeilu Kiteellä vuonna 1986	122
2.51	Suhteituskokeilu valtatiellä 1	124
2.52	Hämeen piirin päällystekoetie vuonna 1986	126
3	ÖLJYSORAPÄÄLLYSTEKOKEILUT	131
3.1	Öljysoran sementtikoe vuonna 1976	131
3.2	Raportti kantatien 81 ja maantien 936	133
	mittauksista vuosina 1979-82	
3.3	Öljysoran kenttäkokeita vuosina 1979-80	135

3.4	Öljysoran sideainetutkimus ja kenttäkoe vuonna 1981 Parkano-Karvia	137
3.5	Öljysoravauriot vuonna 1981	139
3.6	Kylmäpäällystekokeet vuonna 1982	140
3.7	Öljysoran varastointitutkimus vuosina 1985-87	142
3.8	Öljysoran tartukekokeilu Uudenmaan piirissä vuonna 1986	144
4	MUIDEN BITUMILLA SIDOTTUJEN PÄÄLLYSTEIDEN KOKEILUT	146
4.1	Sirotepintaukset TVL:n Turun piirissä vuosina 1974-80	146
4.2	Soratien tehostettujen hoitomenetelmien kokeilut TVL:n Turun ja Pohjois-Karjalan piireissä vuosina 1978-79	148
4.3	Bitumiemulsiokokeet vuonna 1984	151
4.4	Vaahto-bitumiasfaltin käyttö kantavuuden parantamiseen	153
4.5	Kustavintien vaahto-bitumikoetie	157
4.6	Bitumistabilointikokeilu vuonna 1986	158
5	BETONIPÄÄLLYSTEKOKEILUT	161
5.1	Paraistentien betonipäällysteen tutkimus	161
5.2	Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla	162
5.3	Rautaruukki Oy:n Oulun konttitehtaan päällystekokeilu vuonna 1980	166
5.4	Paraisten Kalkkitien rakentamisen seuranta- ja jatkotutkimus	168
5.5	Betonipäällystekokeilu Rajaniemi-Lakalaiva vuonna 1983	171
5.6	Kehä III:n betonipäällysteen jyrshintäkokeilu vuonna 1983	174
5.7	Betonipäällystekokeilu Villähde-Nastola vuonna 1984	177
6	ASFALTTIPÄÄLLYSTEKOKEIDEN TILASTOMATEMAATTINEN TARKASTELU	180
6.1	Yleistä	180
6.2	Lähtöarvot	181
6.3	Tilastollinen analysointimenetelmä	181
6.4	Tulokset	182
6.5	Päätelmät	189

7	PÄÄTELMÄT TIEPÄÄLLYSTE - KOKEILUISTA	190
7.1	Tutkimusaiheiden valinta	190
7.2	Koepaikat	190
7.3	Kalusto	191
7.4	Kokeilupäällysteet	192
7.5	Tulevaisuus	195
8	YHTEENVETO	196
	LÄHDELUETTELO	198

1 JOHDANTO

1.1 TUTKITUT PÄÄLLYSTEKOKEET

Tutkimus Suomessa tehdyistä koeteistä on jaettu kahteen osaan. Laajempaan osaan käsitellään vuosina 1975-86 maassamme tehtyjä päällystekokeiluita. Kyseessä on kirjallisuustutkimus. Kokeiluista ei ole saatu kaikenkattavasti tietoa osittain juuri tästä syystä. Usein vain tekijät itse tietävät kokeiluistaan, tai ainakin tieto on jäänyt tekijäyhteisön (piiri, yrittäjä) omaksi tiedoksi.

Suppeammin analysoidaan asfalttipäällystekokeiluita tilastomatematisin keinoin. Tarkastelussa on käytetty hyväksi mikrotietokoneelle soveltuvaa spss-ohjelmistoa (korrelaatiomatriisit, lineaarinen regressio). Tilastollista tarkastelua on tehty myös Lotus-123-ohjelmiston avulla (lineaarinen regressio).

Kirjallisuusosassa käsitellään kaikkiaan 73 maassamme tehtyä päällystekokeilua, joista 52 on asfaltti-, 8 öljysora- ja 7 betonikokeiluja koskevia tutkimuksia. Lisäksi tarkastellaan kuutta muuta kokeilua, joissa sideaineena on ollut bitumi.

Kokeiluiden jaottelulla on pyritty helpottamaan tutkimuksen käyttöä hakuteostyyppisenä kirjana. Kunkin päällysteryhmän käsittely aikajärjestyksessä johtuu siitä, että muunlainen jaottelu olisi ollut ristiriitainen ja hankala toteuttaa: useissa kokeiluissa on tutkittu yhtä aikaa monien tekijöiden (kiviaines, sideaine, tartuke, lisäaine, suhteitus ja niin edelleen) vaikutusta päällysteen ominaisuuksiin.

Yksittäiseen koetiehen liittyvä lähdekirjallisuus on ilmoitettu lopussa olevan lähdeluettelon lisäksi jokaisen selostuksen jälkeen (otsikon yhteydessä olevat lähdenumerot viittaavat kirjallisuuteen, jonka perusteella teksti on kirjoitettu).

1.2 MÄÄRITELMIÄ

Paksuusprofilometri: Päällysteen profiilin ja paksuuden mittauslaite. Paksuusmittausta varten päällysteen alle asetetaan alumiinifolio. Mittauksessa laite seisoo sen päällä olevien tukijalkojen varassa ja mittavaunu työnnettäen hitaasti kaistan poikki. Profiili voidaan mitata joko palkkiin tai vaakatasoon verrattuna. Laitteen kaltevuusanturi muuttaa palkki vertailutasona mitatun profiilin vastaamaan tilannetta, jossa vertailupintana on vaakasuora taso. Liikutettavan vaunun mittapäässä on halkaisijaltaan 3 cm pyörä, joka kulkee pitkin päällysteen pintaa. Mittapäässä aiheutetaan päällystee-

seen korkeajaksoinen sähkömagneettinen kenttä. Alumiinifolio muuttaa kenttää, ja muutos rekisteröidään mittapään ja folion etäisyytenä. Paksuusprofilometriin kytketty piirturi piirtää päällysteen profiilin ja alumiinifolion muodon. /36/

Profilometri: Laite, joka piirtää päällysteen pintaprofiilin pystymittakaavassa 1:1 ja vaakamittakaavassa 1:20. /57/

Sandpatch-menetelmä: Päällysteen pintakarkeuden mittausta, jossa hienorakeista hiekkaa levitetään tietty vakiomäärä päällysteelle. Hiekka levitetään mahdollisimman suureksi ympyräksi, jonka säde mitataan. Mitä pienemmäksi säde jää, sen karkeampi on tutkittava päällyste.

Segmenttimenetelmä: Kuluminen mittaumenetelmä, jossa päällysteeseen sahataan timanttisahalaikalla liikenteen suunnassa segmentin muotoinen jälki, joka täytetään valkoisella merkintämassalla. Päällysteen kuluessa pinnassa näkyvä jänne lyhenee, jolloin laikan koon ja jäljen alkusyvyyden perusteella lasketaan kuluminen. /57, 36/

$$L = \sqrt{R^2 - \frac{1}{4} l_1^2} - \sqrt{R^2 - \frac{1}{4} l_2^2}$$

L on kuluminen (mm)

R on sahalaikan säde (175 mm)

l_1 on viivan pituus alussa (mm)

l_2 on viivan pituus myöhemmin (mm)



Kuva 1. Segmenttimenetelmän periaate.

Stratotest-laite: Päällysteen paksuusmittauksissa käytettävä koje, jonka toiminta perustuu sondiosasta lähtevän korkeajaksoisen sähkömagneettisen kentän muuttumiseen, kun päällysteen alle tien poikkisuunnassa on ennen massan levitystä asetettu ohut alumiinifolio.

Kentän muutos rekisteröidään sondin etäisyyttä folion pinnasta osoittavaksi matkaksi. /57/

Suhteellinen kuluma: Päällysteen kuluminen suhteutettuna tieosan liikennemäärään ja aikaan. Yksikkö millimetriä tai neliösenttimetriä KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa: millimetrit uransyvyysmittauksista ja neliösentit päällysteen poikkileikkausprofiilin kulumismittauksista.

2 ASFALTTIPÄÄLLYSTEKOKEILUT

2.1 SYVÄASFALTTIKOKEILUT VUOSINA 1970-80 /3, 136/ (Syväasfalttirakenne)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa tarkasteltiin VTT:n tie- ja liikennelaboratorion seuraamia syväasfalttikoeiteitä, niillä tehtyjä mittauksia sekä niiden tuloksia. Yhteenvedon teki Leif Beilinson diplomityönään Teknillisessä korkeakoulussa.

Sijainti

Tarkkailtavina olivat Palojärvi-Olkkalan koetien syväasfalttiosuudet, Keimola-Vihtijärven syväasfalttikoeite, TVL:n Turun piirin koekielut Pyhämaan ja Kaksikerran teillä sekä TVL:n Kuopion piirin koekielut kantatiellä 75 ja valtatiellä 9.

Koeosuudet

Maantien 130 tieosan Keimola-Vihtijärvi perusparammuksen yhteydessä vuonna 1970 rakennettiin noin 600 m täyssyväasfalttia. Maantie 1973 välillä Kuivarauma-Ketteli perusparammettiin vuonna 1973. Silloin vahvistaminen tehtiin noin 6.6 km matkalla syväasfalttina. Samana vuonna parammettiin myös maantietä 1821 välillä Turku-Kaksikerta, ja Satavan ponttoonisillan ja Sampaan paikallistien välinen 2850 m pituinen tieosa muutettiin syväasfalttitieksi.

Vuonna 1973 rakennettiin myös kantatielle 75 neljä syväasfalttikoe-lohkoa, joiden yhteispituus oli 1500 m. Valtatielle 9 rakennettiin 530 m pituinen koeosuus Suonenjoen ja Vehmasmäen väliselle tieosalle.

Toteutusaika

Diplomityö valmistui vuonna 1981, ja siinä tarkasteltiin koeteiltä saatuja tuloksia ja kokemuksia vuosilta 1970-80.

Tulokset

Paksut asfalttikerrokset kestivät hyvin liikenteen aiheuttamia nopeita kuormituksia. Syväasfaltin rakentaminen ei kestänyt kauan, koska monet tavanomaisen tien rakentamisessa tarvittut työvaiheet jäivät pois. Usein oli myös mahdollista rakentaa vaihteittain.

Syvääsfaltin rakentaminen häyttasi ympäristöä ja muuta liikennettä vähemmän kuin normaalin tien tekeminen. Paksut kerrokset mahdollistivat heikkolaatuisen soran käytön, mikä vähensi murskatun kiviaineksen tarvetta. Kerrosten tiivistäminen onnistui jopa -10- -20 °C lämpötiloissa. Sen vuoksi oli mahdollista pidentää päällystyskautta huomattavasti.

Syvääsfaltin käyttöä rajoitti kuitenkin sen korkea hinta, joka seuraa öljyn maailmanmarkkinahintoja. Maamme epähomogeeninen maaperä aiheutti vaurioita syvääsfalttiin: kesäisin syntyi painumia, kun päällyste oli pehmeää ja pohjamaan kantavuus oli riittämätön. Pahimmat epäonnistumiset verrattuina muihin rakenteisiin sattuivat alueilla, joilla pohjamaan laatu ja kantavuus olivat hyvin vaihtelevia tai joilla oli suuria konsolidaatiopainumia. Toisaalta pohjan kantavuuden ollessa keväisin alimmillaan asfalttikerrokset olivat kylmän ilman takia vielä melko jäykkiä, mikä paransi rakenteiden kantavuuksia.

Paksujen bitumilla sidottujen rakenteiden kantavuuden mittaamiseen soveltuivat parhaiten dynaamiseen kuormitukseen perustuvat laitteet, kuten Lacroix-mittausauto.

Päätelmät

Vanhoja teitä tai katuja katsottiin voitavan vahvistaa syvääsfaltilla hyvällä tai kohtalaisella menestyksellä. Onnistunut syvääsfalttirakenne edellytti riittävän tasalaatuisia pohjamaata, jossa routiminen ja painumat olivat melko tasaisia. Lisäksi itse syvääsfaltin tuli olla riittävän paksu alustan vähäisten epätasaisuuksien aiheuttamien haittojen poistamiseksi.

Lähteet

- /3/ Beilinson, Leif, Syvääsfalttikokeet vuosina 1970-1980. Espoo 1981, teknillinen korkeakoulu. 82 s.
- /17/ Hyttinen, Matti & Kankare, Esko, Tutkimukset syvääsfalttikoe-
teillä vuonna 1977. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaborato-
rio, tutkimusselostus 98. 19 s.
- /25/ Kankare, Esko, Syvääsfalttikokeilu tieosalla Keimola-Vihtijär-
vi. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusse-
lostus 13. 8 s.
- /136/ Tutkimukset syvääsfalttikoeilla vuonna 1976. Espoo 1977,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 67. 21 s.

2.2 BITUMIKOETIE PUDASJÄRVELLÄ VUONNA 1971 /76, 77, 78/ (Bitumin raakaöljypohja, bitumin kovuus)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksella pyrittiin selvittämään erilaisten bitumien vaikutus asfalttibetonin ominaisuuksiin. Sideaineet olivat kovuudeltaan B-65, B-120 ja B-300, ja ne oli valmistettu viidestä eri raakaöljystä.

Sijainti

Koetie rakennettiin valtatielle 20 (Oulu-Kuusamo) Pudasjärvelle välille Kaitaoja-Patsala. Osuuk-sien kokonaispituus oli 6.9 km.

Koeosuudet

1. B-120 Nesteen normaali tiebitumi (vuonna 1971), neuvostoliittolaisen ja venezuelalaisen bitumin seos suhteessa 1:1
2. B-120-1 Arabian Heavy (Safania), Saudi-Arabia
3. B-120-2 Boscan, Venezuela
4. B-120-3 Iranian Heavy (Gach Saran), Iran
5. B-120-4 Tia Juana Medium Bottom, Venezuela
6. B-120-5 Tuimaza, Nervostoliitto
7. B-65-1 Arabian Heavy (Safania), Saudi-Arabia
8. B-65-5 Tuimaza, Nervostoliitto
9. B-300-1 Arabian Heavy (Safania), Saudi-Arabia
10. B-300-5 Tuimaza, Nervostoliitto

Koeosuuksien päällyste oli AB 20/120.

Toteutusaika

Koetie rakennettiin vuonna 1971, ja sillä tehtiin useita mittauksia ja tarkastuksia vuosien kuluessa. Bitumeista B-65 ja B-300 valmistetut osuudet päällystettiin vuonna 1978, ja viimeiset mittaukset niiltä ovat vuodelta 1976. Koko koetien viimeiset mittaukset tehtiin vuonna 1979, jolloin jäljellä olleet osuudet päällystettiin uudelleen.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koepäällysteet rakensi Asfaltor Oy. VTT:n tie- ja liikemelaboratorio teki kokeilun kuuluneita tutkimuksia.

Tulokset

Koetien vähiten kuluneella osuudella (B-120 Tuimaza) oli 135 °C viskositeetti alhaisin, ja eniten kuluneella osuudella (B-120 Boscan) korkein. Kitkaltaan parhaat olivat saudiarabialainen raakaöljy yhdessä Boscanin kanssa. Tasaisimmat olivat Tia Juanasta ja saudiarabialaisesta öljystä tehtyjen bitumien osuudet.

Koeosuuksilla olleet, vertailupäällysteeseen nähden lukuisat verkko-
halkeamat johtuivat Oulun suuntaan kulkeneesta raskaasta puutavara-
liikenteestä. Tyhjien paluukuormien rasitusvaikutus oli huomattavas-
ti täysiiä autoja pienempi, eli kokeiltavat päällysteet olisi pitänyt
sijoittaa toiselle kaistalle.

Ulompi ajoura oli useimmiten keskiuraa syvempi, mikä viittasi tiellä
tapahtuneeseen rakenteen deformaatioon. Tämä nähtiin myös verkkohal-
keamista, jotka useimmiten olivat reuna-auran kohdalla.

Päätelmät

Pehmeästä bitumista B-300 tehdyille osuuksille syntyi eniten poikki-
halkeamia. Neuvostoliittolaisesta raakaöljystä ja venezuelalaisesta
Tia Juana-öljystä valmistetut päällysteet kestivät kulutusta parhai-
ten. Ne päällysteet, joiden sideaine oli venezuelalaista Boscan-raa-
kaöljyä ja iranilaista öljyä, kestivät puolestaan huonoimmin.

Lähteet

- /75/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1974,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 43 s.
- /76/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1975,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 19. 39 s.
- /77/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1978,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 103. 73 s.
- /78/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1980,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 204. 32 s.

2.3 VALUASFALTTIKOETIE MÄNTSÄLÄSSÄ VUONNA 1971 /86, 87/ (Valuasfaltti maantiepäällysteenä)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla haluttiin saada kokemuksia valuasfaltin käytöstä vilkas-
liikenteisen maantien päällysteenä. Lisäksi selvitettiin erilaisten
karkeutuskiviainesten ja Trinidad-luonnonasfaltin lisäyksen merki-
tystä valuasfaltin kulumiskestävyyteen.

Sijainti

Kokeiluosuus rakennettiin valtatielle 4-5 välille Mäntsälä-Lahti Mäntsälän puoleiseen päähän. Koetien pituus oli 0.8 km.

Koeosuudet

1. Bitumi B-65, Ruduksen karkeutuskivi
2. Bitumi B-65, Vuosaaren karkeutuskivi
3. Bitumi B-65, Trinidad-asfalttia 20 % bitumin määrästä, Vuosaaren ja Ruduksen karkeutuskiviaines
4. Bitumi B-65, Trinidad-asfalttia 30 % bitumin määrästä, Vuosaaren ja Ruduksen karkeutuskiviaines

Vertailupäällysteenä oli tieosan sora-asfalttibetoni SAB 20.

Toteutusaika

Koetie rakennettiin vuonna 1971. Päällysteiden kestoa seurattiin vuosina 1972, 1974 ja 1976 tehdyin kulumismittauksin. Koko tieosa, myös pahoin vaurioituneet koeosuudet, päällystettiin uudelleen kesällä 1976.

Tutkimusprojektin organisaatio

TVH rakennutti koetien, ja Lemminkäinen Oy urakoi päällysteet. Tutkimuksista vastasi VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Kokeilu oli ensimmäinen laaja valuasfalttityö, ja kokemattomuus näkyi lukuisina valmistusvirheinä. Ne puolestaan haittasivat koeosuuk-sien myöhempää arvostelua. Esimerkiksi massan liian lyhyt kypsymi-saika ja kostealle alustalle levittäminen synnyttivät rakkuloita valmiiseen pintaan. Virheellisen suhteituksen takia valuasfalttissa oli aluksi liikaa hienoaainesta ja sideainetta. Lisäksi päällystemas-san lämpötilat vaihtelivat työn aikana huomattavasti.

Trinidad-asfaltin lisääminen valuasfalttiin paransi jonkin verran kulutuskestävyyttä. Luonnonasfalttipitoisuuksien vaihtelulla (20 % ja 30 %) ei kuitenkaan ollut näkyvää vaikutusta päällysteen kesto-ikään. Vuosaaren kova kiviaines oli karkeutuksessa paremmin kestävää kuin Ruduksen heikkolaatuinen kiviaines.

Päätelmät

Valuasfaltti kului 0-20 % vähemmän kuin samaan aikaan rakennettu so-

ra-asfalttibetoni. Kestävyysero oli hintaeroon verrattuna kuitenkin liian pieni, koska valuasfaltin tonnihinta oli yli kolme kertaa suurempi kuin vertailupäällysteen hinta.

Lähteet

- /85/ Niemi, Aarre, Valuasfalttikoe tie Mäntsälässä 1971. Espoo 1974, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 23 s.
- /86/ Niemi, Aarre, Valuasfalttikoe tie Mäntsälässä 1971. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 20. 16 s.
- /87/ Niemi, Aarre, Valuasfalttikoe tie Mäntsälässä 1971. Espoo 1976, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 59. 29 s.

2.4 KUUMAPÄÄLLYSTEIDEN VAURIOTUTKIMUS /79, 96, 97, 98, 99, 118/ (Vauriot, kuluminen)

Tutkimuksen tavoite

Tarkoituksena oli selvittää kuumapäällysteiden vaurioitumis- ja kulumistilanne suhteellisen pienen näytteen avulla (alkujaan noin 2 % päällysteistä oli tarkkailussa mukana). Lisäksi haluttiin saada selville vaurioiden ja kulumisen syitä sekä tutkia päällysteiden uusimisen tarvetta. Tutkimukseen kuului myös koerata-ajoja sekä polttonestekulutustesti, jossa mitattiin vaurioiden vaikutusta ajoneuvon polttoaineen kulutukseen.

Sijainti

Seurattavia tieosia oli 40. Osuudet edustivat maamme yleisten teiden kuumapäällysteitä liikennemäärien mukaan ja alueellisesti, mutta olivat hiukan liian nuoria kulutuskerrosten iän mukaan arvosteltuna. Koeosuuksien yhteispituus oli noin 200 km.

Toteutusaika

Seurantatutkimus aloitettiin vuonna 1973, ja se lopetettiin vuonna 1983.

Tutkimusprojektin organisaatio

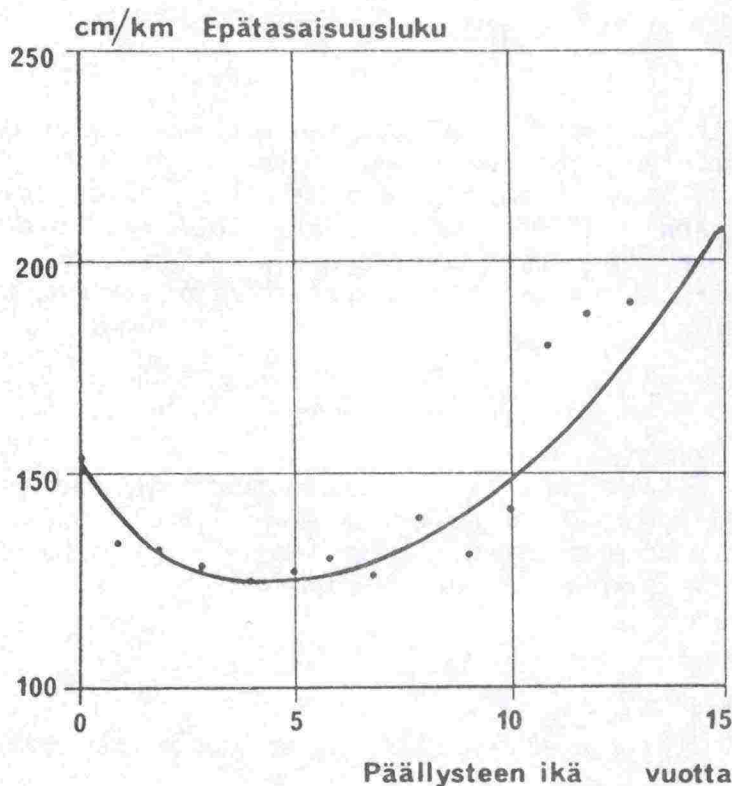
Kuumapäällysteiden vauriotutkimus oli TVH:n ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorion yhteistyötä.

Tulokset

Vuoteen 1980 mennessä osa seuramassa olleista teistä oli päällystetty uudelleen. Tiestön kunto oli selvästi parantunut vuoden 1973 tasoon verrattuna. Tiekilometriä kohden laskettu vaurioiden lukumäärä oli laskenut tai pysynyt ennallaan.

Reunauran syvyys kasvoi noin 0.90 mm vuodessa teillä, joita ei vuoteen 1980 mennessä ollut päällystetty uudelleen. Vuosien 1977-79 aikana oli suhteellinen kuluminen keskimäärin 0.59 mm vuodessa KVL:n tuhatta ajoneuvoa kohden. Tähän verrattuna vuosien 1973-74 suhteellinen kuluminen oli noin kaksinkertainen. Keskimääräinen epätasaisuusluku kaikilla teillä oli 155 cm/km.

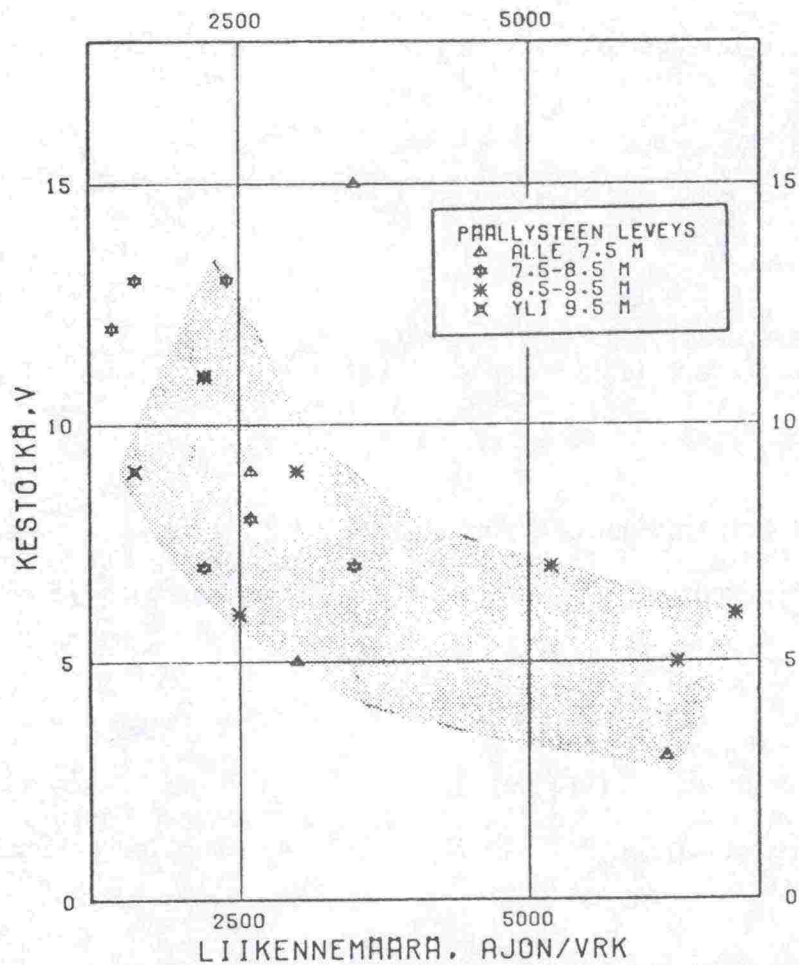
Polttonesteenkulutuskokeessa ei voitu osoittaa päällystevaurioiden vaikutusta ajoneuvon polttoaineenkulutukseen.



Kuva 2. Epätasaisuusluvun riippuvaisuus päällysteen iästä.

Päätelmät

Asfalttipäällysteiden suhteellinen kuluma pieneni seuranta-aikana, ja se oli 1980-luvulle tultaessa noin 0.6-0.8 mm KVL:n tuhatta autoa kohti. Tämän arveltiin olleen tiukentuneiden nastarengasmääräysten ja kulutuskestävyydeltään parantuneiden päällystetyyppien ansiota.



Kuva 3. Päällysteen kestoian, liikennemäärän ja päällysteen leveyden välinen riippuvaisuus.

Seurantakokeilun perusteella suositeltiin vauriokartoituksen ja päällystystoiminnan ohjausjärjestelmän kehittämistä.

Lähteet

- /79/ Niemi, Aarre & Hyypiä, Marjaana, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1979. Espoo 1980, VIT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 196. 63 s.
- /96/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1974. Espoo 1975, VIT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 12. 36 s.
- /97/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1975. Espoo 1976, VIT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 41. 22 s.
- /98/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1976. Espoo 1977, VIT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 78. 34 s.

- /99/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäälysteiden vauriotutkimus vuosina 1973..1977. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 119. 73 s.
- /118/ Rätty, Juha, Kuumapäälysteiden vauriotutkimus 1983. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 442. 55 s.

2.5 PÄÄLYSRAKENNEKOETIE PALOJÄRVI-OLKKALA /12, 24, 105/ (Syväasfaltti, maabetoni, betonipäälyste)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa pyrittiin luonnollisessa mittakaavassa ja keskenään vertailukelpoisissa oloissa tutkimaan erilaisten syväasfaltti-, maabetoni- ja betonirakenteiden soveltuvuutta maamme ilmastoon ja routivaan maaperään.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin välille Palojärvi-Olkkala 2...5 km etelään Vihdin kirkolta ja noin 50 km Helsingistä luoteeseen. Vuodesta 1976 koeosuudet olivat valtatie 2 (Helsinki-Pori) osa. Koetien kokonaispituus oli 3060 m.

Koeosuudet

Kaikkiaan osuuksia oli 27, joista neljä oli tavanomaista päällysrakennetta, kuusi syväasfalttia, seitsemän maabetonia ja kymmenen betonia.

Toteutusaika

Koetie rakennettiin vuonna 1973. Tutkimussuunnitelma laadittiin viideksi vuodeksi. Betonipäälyste tasattiin kokonaisuudessaan asfaltilla vuonna 1984. Vuosina 1973-78 koetietä seurattiin vauriokartoituksin, lämpötila- ja routivuusmittauksin, painuma-, kitka-, tasaisuus-, kulumis- ja deformaatiomittauksin sekä kantavuustutkimuksin (Lacroix-, Benkelman- ja levykuormitusmittaukset). Lisäksi tehtiin ajomukavuusarvosteluita ja liikenteen määrä- ja painotutkimus.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koetien suunnittelusta vastasivat TVH, TVL:n Uudenmaan piiri, Neste Oy, Sementtiyhdistys r.y., insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy sekä VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Työnaikaisesta laadunvalvonnasta koetiellä vastasivat Uudenmaan piiri ja VTT.

Koetien seurantaryhmään kuuluivat suunnittelusta vastanneet yhteisöt. Lisäksi mukana oli Lemminkäinen Oy päällystetyön takuuaikana. Koetien kustannuksista vastasivat suunnittelijaorganisaatiot Maa ja Vesi Oy:tä lukuunottamatta.

Tulokset

Ainoastaan leikkauskohdissa routiminen oli epätasaista, ja routa vaurioitti vain yhtä maabetoniosuutta. Betoni-, syväasfaltti- ja normaalirakenteet eivät kärsineet routavaurioita.

Syväasfaltin ajomukavuus ja turvallisuus heikkenivät päällysteen joutaessa epätasaisten painumien takia. Käytetyn työmenetelmän (imubetonointi) takia betonipäällyste oli kitkaltaan ja tasaisuudeltaan selvästi asfalttibetonia huonompi, kun taas kulutuskestävyyden suhteen tilanne oli päinvastainen.

Varsinkin maabetonilohkoilla, joilla päällyste oli suoraan maabetonin päällä, esiintyi poikkihalkeamia (koetien yleisin halkeamavauriotyyppi). Betonirakenteiden halkeamista suurin osa syntyi myöhästyneen saumojen sahauksen takia.

Tavanomainen rakenne oli ajomukavuudeltaan paras. Tosin tämä rakenne oli pohjamaan suhteen edullisimmassa asemassa. Betonirakenteen ajomukavuus parani, mutta syväasfaltti- ja maabetoniosuuksien huononi ajan mittaan epätasaisten painumien takia. Koerakenteiden kantavuus oli kahta maabetoniosuutta lukuunottamatta hyvä.

Vertailurakenteiden kestoikä oli laskelmien mukaan 18...20 vuotta asfaltin väsymisen ollessa mitoittava tekijä. Syväasfaltilla pohjamaan rasitus oli määräävä, ja kestoajat vaihtelivat 7 ja 30 vuoden välillä. Betonilohkojen mitoitusvarmuus oli niin suuri, että niiden arvioitiin vaurioituvan muusta syystä kuin betonin väsymisestä. Osa maabetoniosuuksista oli ilmeisen alimitoitettuja, jolloin maabetoni oli yleensä määräävä tekijä.

Koska koetie oli yleisen liikenteen käytössä, se jouduttiin kesällä 1978 päällystämään betoniosuuksia lukuunottamatta kokonaan uudelleen. Teoreettisten laskentamenetelmien kehittäminen olisi edellyttänyt sitä, että koelohkojen olisi annettu vaurioitua, ja vasta sen jälkeen ne olisi lohkottain korjattu ja päällystetty. Nyt menetettiin mallin kalibrointimahdollisuus, koska uusi päällyste (ja varsinkin tasausmassan paksuuden vaihtelu) tekee laskelmien lähtöarvot epävarmoiksi. Siksi edellä esitetty päällysteiden kestoikäarvio oli lähinnä suuntaa antava.

Pohjamaan ja penkereiden saven luonnontilainen kosteus oli huomattavasti optimia korkeampi, joten saavutettu tiiviysaste jäi alhaisek-

si. Stabiloinnissa puolestaan oli hankaluuksia kerroksen tiivistämisessä (pohjan pehmeiden takia) ja kalkin tasaaisessa levittämisessä.

Maabetonia kyettiin valmistamaan asemasekoituksena ja levittämään asfaltinlevittimellä hyvin. Myös tiivistys onnistui, mutta tuoreen massan suojauksesta ennenaikaiselta kuivumiselta kuljetuksen aikana ja valmiissa kerroksessa oli huolehdittava kunnolla.

Imubetonointi ei soveltunut tienrakennukseen. Villit halkeamat olisi kyetty estämään riittävän aikaisella sahauksella. Hiertotapa vaikutti huomattavasti betonipäälysteen tasaisuuteen, samoin kuin oikea harjaus riittävän pintakarkeuden aikaansaamiseen. Koetien epäonnistunut paikanvalinta aiheutti jopa 80 cm painumia. Siksi betonipäälysteet jouduttiin lammikoimmin takia profiloimaan uudelleen päälystämällä ne asfaltilla.

Instrumentointia katsottiin voitavan kehittää niin, että rakennekerrokseen sijoitetut anturit mittaisivat ja laskisivat näissä esiintyvät jännitykset ja muodonmuutokset nykyistä tarkemmin. Myös tietojen tallennus- ja käsittelymenetelmien toivottiin kehittyvän.

Päätelmät

Palojärvi-Olkkalan kaltaisia kokeita suositeltiin tehtäväksi, vaikka ne ovatkin kalliita ja hallimollisesti hankalia. Toisaalta vain varsinaisilla koeteillä on mahdollista käyttää alimitoitettuja rakenteita, mutta toisaalta mikä tahansa tie, jonka rakenteista on riittävän tarkat tiedot ja jonka seuranta on järjestetty, voi olla koetie. Näinkin katsottiin saatavan arvokasta tietoa normaalien rakenteiden toimivuudesta erilaisissa oloissa.

Lähteet

- /12/ Huhtala, Matti, Hyttinen, Matti, Kankare, Esko & Lampinen, Anssi, Päälysrakennekoetie Palojärvi-Olkkala. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 58. 138 s.
- /13/ Huhtala, Matti, Palojärven-Olkkalan koetien päälysrakenteen teoreettiset laskelmat. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 59. 103 s.
- /14/ Huhtala, Matti, Päälysrakennekoetie Palojärvi-Olkkala. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 182. 89 s.
- /16/ Hyttinen, Matti, Kallberg, Harri, Kankare, Esko, Palojärvi-Olkkala koetie. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 115. 27 s.
- /24/ Kankare, Esko, Palojärvi-Olkkala koetie. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 161. 136 s.
- /93/ Palojärvi-Olkkala koetie. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 79. 42 s.
- /105/ Päälysrakennekokeilu tieosalla Palojärvi-Olkkala. Espoo 1974,

VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 173 s.
/106/ Päälysrakennekokeilu tieosalla Palojärvi-Olkkala. Espoo 1975,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 7. 29 s.

2.6 TARTURKEEN VAIKUTUS ASFALTTIBETONIN KULUTUSKESTÄVYYTEEN /123, 124/

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla pyrittiin selvittämään erilaisten Raision Tehtaat Oy:n valmistamien tartukkeiden vaikutuksia asfalttibetonin kulutuskestävyyteen.

Sijainti

Koepäällysteet rakennettiin valtateille 9 (välille Aura-Pauna), 11 (välille Kaasmarkku-Tervahauta) ja 6 (Mellunkylä-Gumbostrand).

Koeosuudet

Valtatiellä 11 tartukkeet olivat diamiini (1 %), diamiinin ja lyhyt-ketjuisen amiinin A seos (1+1 % sekä 0.5+1 %) ja diamiinin ja lyhyt-ketjuisen amiinin B seos (1+1 %).

Valtatien 9 tartukkeet olivat eetteriamiini, haarautunut triamiini ja suoraketjuinen triamiini. Valtatiellä 6 kokeiltiin kovaa hiutale-maista diamiinia ja kovaa suoraketjuista triamiinia. Kaikilla kol-mella valtatiellä oli myös vertailuosuudet, joilla ei ollut lainkaan tartuketta.

Toteutusaika

Valtatien 9 koeosuus rakennettiin vuonna 1973, valtatie 11 vuonna 1974 ja valtatie 6 vuonna 1975. Kulumismittauksia valtateilla 9 ja 11 tehtiin syksystä 1974 ja kevästä 1975 alkaen. Kaikilla osuuksil-la mittauksia tehtiin vuosina 1977 ja 1978.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilu toteutettiin TVH:n ja Raision Tehtaat Oy:n yhteistyönä. Mit-taukset ja tutkimusselostukset päällysteiden kulumisesta tilattiin VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolta.

Tulokset

Valtatiellä 6 (Mellunkylä-Gumbostrand) vuonna 1977 tehtyjen paksuus- ja profiilimittausten mukaan tartuke näytti parantavan päällysteen kestävyyttä. Triamiinin vaikutus oli suurin. Pienen kokonaiskulumisen takia tuloksia pidettiin vain suuntaa antavina.

Vuoden 1978 profiilimittauksin määritetty uransyvyys oli koetiellä Aura-Pauna tartukkeettomalla vertailupäällysteellä lähes 2 mm suurempi kuin tartukkeellisilla osuuksilla. Profiilimittauksin määritetyt uransyvyydet olivat keskimäärin lähes kaksinkertaiset oikolautamittauksiin verrattuna, koska oikolautamittaus ei ota lainkaan huomioon päällysteen keskiharjanteen kulumista. Sekä uramittausten että poranäytteistä laskettujen kulumien mukaan vähiten oli kulumut eeteriamiiniosuus. Ero kaikkiin muihin päällysteisiin oli selvä.

Koetien Kaasmarkku-Tervahauta eri päällysteiden kulumiserot olivat pienet ja merkityksettömät vuonna 1978 neljän vuoden käytön jälkeen. Vedenkestävyyskokeessa kaikki päällysteet kestivät yhtä hyvin.

Päätelmät

Luotettavimmiksi arvioitujen Stratotest-mittausten mukaan tartukeosuudet kuluivat hieman hitaammin kuin tartukkeettomat osuudet. Vauriohavaintojen mukaan eri osuuksilla ei ollut mainittavia eroja.

Lähteet

- /107/ Päällysteiden kulumismittaukset tartukekoeteillä Aura-Pauna ja Kaasmarkku-Tervahauta. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 18. 12 s.
- /123/ Sistonen, Matti, Päällysteen kulumismittauksia ja vauriohavaintoja tartukekoeteillä. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 357. 21 s.
- /124/ Sistonen, Matti, Päällysteiden kulumismittaukset tartukekoeteillä 1978. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 123. 10 s.
- /131/ Sistonen, Matti, Tartukkeen vaikutus asfalttibetonin kulutuskestävyyteen. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 102. 11 s.

2.7 PÄÄLLYSTEKOETIE JORVAKSENTIELLÄ VUONNA 1974 /80, 108/ (Epäjatkuva rakeisuus, bitumin kovuus, valuasfaltti)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää epäjatkuvan rakeisuuskäyrän ja bitumin ko-

vuoden vaihtelun vaikutusta asfalttibetonin AB 25 kulutuskestävyyteen. Valuasfalttiosuoksilla tutkittiin päällystetyypin soveltuvuutta moottoritieoloihin ja kiviaineksen maksimiraekoon merkitystä valuasfaltin kulutuskestävyyteen.

Sijainti

Kokeilukohde oli kantatiellä 51 (moottoritie Jorvas-Helsinki) Haukilahden liittymän ja Westendin liittymän välillä eteläisen ajoradan peruskaistalla. Koeosuuksien yhteispituus oli 1.5 km.

Koeosuudet

1. ABE 25/120 II-V, B-65, pituus 402 m
2. ABE 25/120 II-V, B-80, pituus 93 m
3. AB 32/150 III, pituus 501 m
4. VA 16/80, pituus 241 m
5. VA 20/80, pituus 200 m
6. VA 25/80, pituus 73 m

Toteutusaika

Koeosuudet rakennettiin 29.8.-3.9.1974 välisenä aikana. Päällysteiden kuntoa seurattiin vuosittain kevääseen 1978 saakka.

Tutkimusprojektin organisaatio

TVH suunnitteli koepäällysteet vuonna 1974. Päällystyskoe sisältyi TVL:n Uudenmaan piirin päällystysurakkaan IC/1974, jonka pääurakoitsijana toimi Insinööritoimisto Asfalttipojat Oy. Valuasfalttiosuoksilla aliurakoitsija oli Kestoasfaltti Oy.

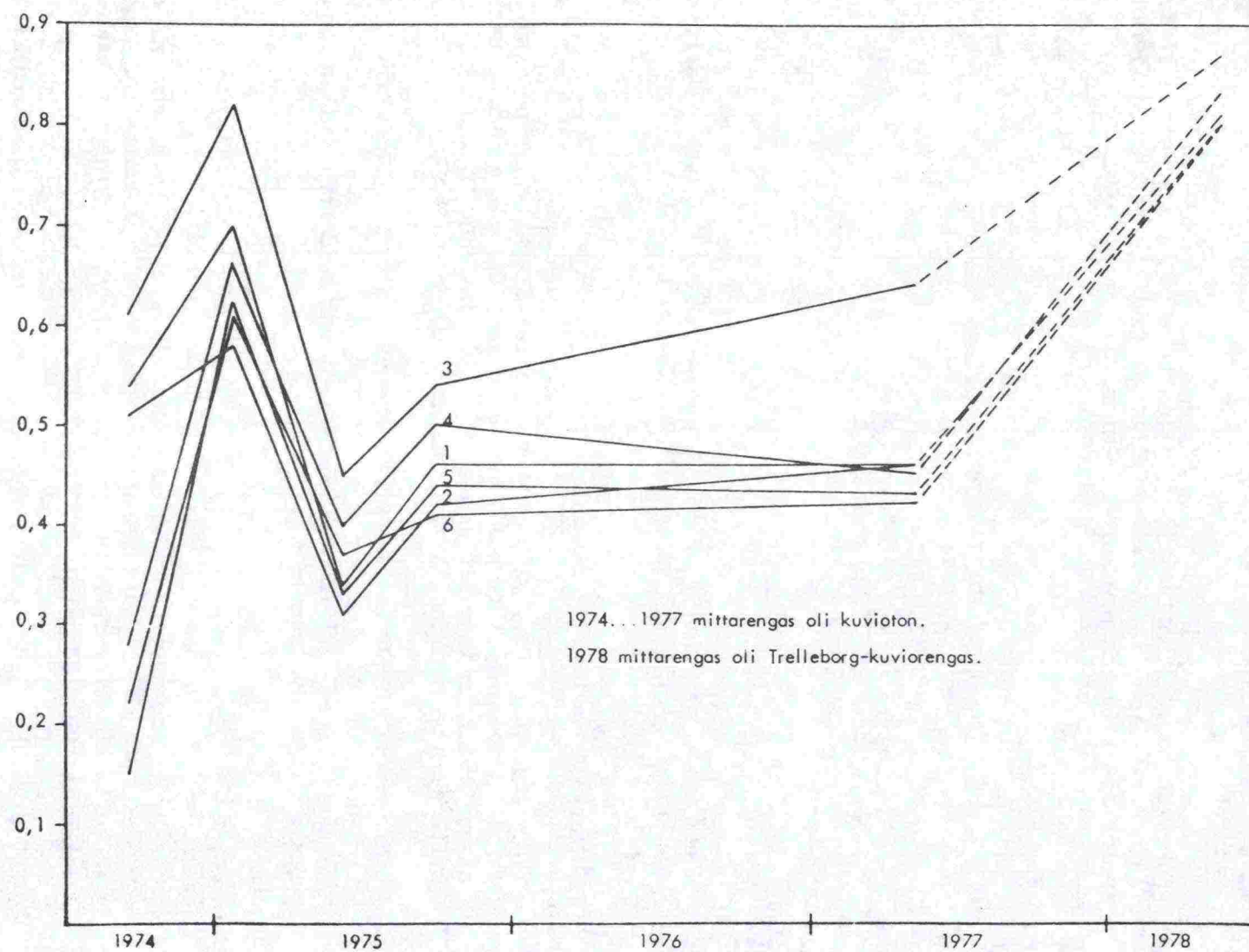
TVH:n maatutkimustoimisto valvoi koepäällysteiden tekemistä. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio suhteitti päällystemassat ja tutki poranäytteet. Tie- ja liikennelaboratorio teki myös muut tutkimukset ja laati tutkimusyhteenvedot.

Tulokset

Massa- ja poranäytteiden mukaan koepäällysteiden valmistaminen ei onnistunut kovin hyvin. Asfalttibetoneissa oli suunniteltua vähemmän karkeita kiviainesrakeita, ja valuasfalttien sideainepitoisuudet jäivät liian alhaisiksi.

Epäjatkovakäyräiset päällysteet alkoivat purkautua nopeammin kuin normaalikäyräiset asfalttibetonit. Valuasfalttien kulumisnopeus oli noin 50 % asfalttibetonien kulumisnopeutta suurempi. Selviä keski-

Kuva 4. Kiikkakertoimien vaihtelu koeosuksilla vuosina 1974-78.



näisiä kulumiseroja eri valuasfalttien ja eri asfalttibetonien välillä ei havaittu.

Syksyllä 1975 (vuoden kuluttua rakentamisesta) liikenne oli tasoit-
tanut kaikki koeosuudet tasaisiksi, eli epätasaisuusluku oli alle
160 cm/km. Vielä keväällä 1977 kaikki päällysteet olivat tasaisia,
mutta keväällä 1978 osuus 5 (VA 20/80) oli jo lievästi epätasainen.
Muidenkin osuuk-
sien epätasaisuus kasvoi päällysteiden kuluessa ajan
mittaan.

Heti rakentamisen jälkeen valuasfalttien kitkakertoimet olivat huo-
mattavan alhaiset, mutta päällysteiden vanhentuessa erot valuasfalt-
tien ja asfalttibetonien välillä hävisivät.

Valuasfaltti "kupli", koska sitä levitettiin kostealle alustalle.
Alustan pinta oli kyllä kuiva, mutta syvennällä oli yöllisen kaato-
sateen jäljiltä kosteutta. Tämän todettiin heikentäneen myöhemmin
kulutuskestävyyttä. Samaan suuntaan vaikutti se, että työn aikana ei
täysin kyetty noudattamaan suhteitusarvoja.

Epäjätkuvia massoja levitettäessä syntyi "päällysteraastetta" levit-
timen lähtiessä liikkeelle pysähdyksen jälkeen. Huonoa jälkeä yri-
tettiin korjata päälleheitolla.

Päätelmät

Eri päällystetyyppien sisäistä paremmuutta ei voitu selvästi osoit-
taa. Sen sijaan valuasfalttien todettiin kuluneen selvästi asfaltti-
betoneja nopeammin.

Lähteet

- /80/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Jorvaksentiellä 1974. Espoo 1978,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 133. 36 s.
- /108/ Päällystekoetie Jorvaksentiellä 1974. Espoo 1978, VTT:n tie-
ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 105. 33 s.

2.8 ASFALTTIPÄÄLLYSTEIDEN KULUMISTUTKIMUS /44, 95/ (Kulumisen syyt)

Tutkimuksen tavoite

Seurantatutkimuksen tavoitteena oli saada tietoja päällysteiden ku-
lumisesta ja sen syistä. Tarkkailtavina olivat päällysteen laatu,
liikennemäärä sekä liikenteen nopeuden ja koostumuksen vaihtelu.
Tiet olivat rakenteeltaan ja liikennemääriltään vaihtelevia.

Sijainti

Alkujaan kohteita oli 10, mutta vuosien 1975, 1977 ja 1982 lisäysten jälkeen tarkkailtavia tieosia oli 19.

Koeosuudet

Keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät ovat vuodelta 1982.

1. Valtatie 4 Muurola-Rovaniemi, AB 20/100, KVL 2669
2. Valtatie 5 Kuopion läänin raja-Mainua, AB 25/120, KVL 916
3. Valtatie 5 Koskenmylly-Toivola, AB 20/100, KVL 2651
4. Valtatie 3 Hulkko-Jalasjärvi, MP 20, KVL 2961
5. Maantie 167 Myrskylä-Orimattila-Viljamaa, AB 20/100, KVL 1037
6. Kantatie 41 Virttaa-Jokisivu, AB 25/120, KVL 1398
7. Valtatie 10 Heinäkangas-Teuro, AB 20/100, KVL 2545
8. Valtatie 6 Liljendal-läänin raja, ABE 25/120, KVL 3565
9. Valtatie 3 Keimola-Nummensyrjä, ABE 25/120, KVL 7589
10. Maantie 118 Lohjanharju-Veikkola, AB 20/100, KVL 2098
11. Maantie 167 läänin raja-Orimattila, AB 25/120, KVL 2922
12. Valtatie 6 Simolammäki-Laikko, AB 20/100, KVL 2419
13. Valtatie 6 Kulloo-Porvoo, AB 25/120, KVL 3492
14. Moottoritie 7 Tattariharju-Massby, AB 32/120, KVL 10684
15. Valtatie 8 Luvia-Pori, AB 18/190, KVL 4759
16. Kantatie 51 Inkoo-Karjaa, AB 25/120, KVL 2538
17. Kantatie 73 Uuro-Jakokoski, AB 20/100, KVL 2745
18. Valtatie 5 Koljonvirta-Ryhölämmäki, MP 20, KVL 1924
19. Valtatie 4 Tervola-Loue, AB 20/80, KVL 1602

Toteutusaika

Tutkimussarja aloitettiin vuonna 1974. Valtaosa mittauksista uusittiin vuosittain. Viimeiset mittaukset tehtiin vuonna 1982.

Tutkimusprojektin organisaatio

TVH tilasi tutkimuksen VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolta.

Tulokset

Tutkimusaineistoa pidettiin KVL:n suhteen väärin painottuneena siten, että liikennemäärät keskittyivät välille 2000-3000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Näillä liikennemäärillä kuluminen ei vielä yleensä ole paha ongelma. Siksi vuoden 1982 tarkasteluihin otettiin mukaan seuranta-aineiston lisäksi havaintoja kolmelta muulta koetieltä: valtatieltä 1 (Piikkiön koetie), valtatieltä 3 (Nurmijärven koetie)

ja valtatieltä 4 (Mäntsälän koetie). Kaikkien kolmen tien KVL vuonna 1982 oli yli 7000.

Vuoden 1979 Stratotest-mittausten mukaan uran syvyyden kasvu oli yleensä suurempi kuin vastaavasta kohdasta profiilimittauksin saatu arvo. Ero oli 0.5...0.7 mm.

Pienillä ajoneuvomäärillä kuluminen lisääntyi jyrkästi liikennemäärän kasvaessa, mutta kasvu hidastui liikennemäärän tullessa riittävän suureksi. Kun KVL oli 1000, urautuminen oli noin 0.8 mm/a, mutta KVL:n ollessa 10000 se oli vain noin 0.35 mm/a 1000 ajoneuvoa kohti. Poikkileikkauksen pinta-alan kulumisessa suhde KVL 1000/KVL 10000 oli $20 \text{ cm}^2/\text{a} / 5 \text{ cm}^2/\text{a}$ (molemmat arvot 1000 ajoneuvoa kohti).

Alle 8.5 m levyisillä päällysteillä suhteellinen urautuminen selvästi suureni, kun taas yli 8.5 m levyisillä päällysteillä urautuminen vähentyi hitaasti. Leveämmillä teillä ajoneuvojen jakautuma sivusuunnassa ilmeisesti hajosi, tien rakenne parani ja deformaatio väheni. Kun KVL oli 1000, 7 m leveä päällyste urautui noin 0.65 mm/a, 9 m levyinen päällyste noin 0.35 mm/a ja 12 m levyinen päällyste noin 0.25 mm/a.

Nopeusrajoituksella 80 km/h poikkileikkauksen suhteellinen kuluminen oli 10 cm^2 , kun se nopeusrajoituksella 100 km/h oli 11 cm^2 .

Profiilimittauksilla saatiin luotettavaa tietoa ainoastaan urien syvyyksistä. Esimerkiksi eri vuosien profiileja vertailemalla ei kyetty selvittämään päällysteen poikkileikkauksen kulumista, mikäli rakenteessa oli tapahtunut painumista tai päällyste oli kulunut myös reunoilta. Tämän vuoksi profiilimittauksista katsottiin jopa voitavan luopua. Urasyvyyden mittaukset katsottiin voitavan tehdä oikolaudalla.

Päätelmät

Tutkimusaineiston perusteella korrelaatio sideainepitoisuuden, Los Angeles -luvun, tyhjätilan, kiviaineksen läpäisyprosenttien ja maksimiraekoon sekä päällysteen poikkileikkauksen suhteellisen kulumisen välillä oli hyvin heikko. Tämä johtui ilmeisesti aineiston pienuudesta ja epähomogeenisuudesta sekä siitä, etteivät päällysteitä kuvaanneet tiedot olleet täysin tarkkoja.

Lähteet

- /18/ Hyypiä, Marjaana, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 157. 42 s.
- /44/ Laitinen, Leena & Rätty, Juha, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus 1982. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 411. 61 s.

- /94/ Pelkonen, Veijo, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus vuonna 1975. Espoo 1976, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimus-
selostus 52. 8 s.
- /95/ Pelkonen, Veijo, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus vuonna 1977. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimus-
selostus 116. 31 s.

2.9 ASFALTTIPÄÄLLYSTEEN KULUMISTUTKIMUKSIA POHJOIS-SUOMESSA VUOSINA 1975-81 /10/ (Pehmeä sideaine, epäjatkuva rakeisuuskäyrä)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää pehmeällä bitumilla sidottujen asfalttipäällysteiden sekä epäjatkuvakäyräisen asfalttibetonin urautumista ja vaurioitumista vastaaviin normaalirakenteisiin päällysteisiin verrattuna.

Sijainti

Koetiet rakennettiin valtatielle 4 (Pisan tiehaara-Murola), valtatielle 22 (Sotkajärvi-Utajärvi) ja Oulun eteläiselle tulotielle (Limingantie). Koeosuuksien yhteispituus oli noin 1.9 km.

Koeosuudet

1. Valtatie 4: AB20/100/III-IV, B-300 (vertailuma B-200)
2. Valtatie 22: AB 25/120, B-300 (vertailuma B-120)
3. Limingantie: ABE 25/120

Toteutusaika

Kaikki koeosuudet rakennettiin kesän 1975 päällystystöiden yhteydessä. Tutkimuksessa olleita päällysteitä seurattiin vuosina 1975-81.

Tutkimusprojektin organisaatio

Pehmeän sideaineen kokeilu toteutettiin TVL:n Lapin piirin ja Oulun yliopiston yhteistyönä. Valtatien 4 koeosuus oli Lapin piirin ja valtatie 22 koeosuus Oulun piirin alueella. Epäjatkuvan päällysteen tutkimuksessa olivat mukana Oulun yliopisto, Oulun kaupunki ja Lemminkäinen Oy.

Tulokset

Pehmeän sideaineen osuuksien paksuusmittausten mukaan sekä koe- että vertailupäällysteet menettivät paksuuttaan noin 0.6 mm/a. Profiili-piirroksot osoittivat, että normaalipäällysteet urautuivat kudessa vuodessa 1.2...2.8 mm koepäällysteitä enemmän. Pehmeän bitumin päällysteen suhteellinen urautuminen oli 0.45...0.62, vertailuosuuskien 0.57...0.88. Vaikka yhdellä osuudella olikin merkkejä plastisesta deformaatiosta, urautuminen aiheutui eri menetelmillä saatujen tulosten perusteella pääasiassa kulumisesta.

Koepäällysteiden vaurioiden yhteismäärä oli 60 % pienempi kuin vastaavilla normaalipäällysteillä. Toisen vertailuosuuden osittainen uudelleen päällystäminen sekä epätasaisesta routimisesta aiheutunut vaurioituminen vaikeuttivat kuitenkin tarkkaa arviointia. Bitumista B-300 tehdyn päällysteen poikittaishalkeilu oli vähäisempää kuin bitumista B-120 tehdyn asfalttibetonin.

Epäjatkuvakäyräisen massan paksuuden keskimääräinen vuotuinen muutos oli 1.2 mm, kun se vertailuosuudella oli 1.5 mm. Kesäaikaisten paksuuden muutosten perusteella epäjatkuva päällyste oli hieman vertailupäällystettä alttiimpi deformaatumiselle. Suhteellinen urautuminen oli 0.37, vertailupäällysteen 0.49.

Päätelmät

Epäjatkuva massa oli ilmeisesti normaalimassaa herkempää lajittumaan, ja lajittumakohdista alkaneet purkautumat reikiintyivät helposti. Koeosuus vaurioituikin yli kaksi kertaa normaalipäällystettä enemmän, vaikka kestitkin liikennekulutuksen paremmin.

Kaiken kaikkiaan sideaineen laadulla ei näyttänyt olevan kovin suurta merkitystä päällysteen urautumisessa. Vaikka pehmeää bitumia sisältänyt päällyste urautui hieman vähemmän kuin normaali päällyste, osuuskien vaurioitumiseroja ei voitu tutkimuksessa selvittää luotettavasti.

Lähteet

- /10/ Ehrola, Esko & Koivuniemi, Mirja, Asfalttipäällysteen kulumistutkimuksia Pohjois-Suomessa vuosina 1975-1981. Oulu 1982, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos, julkaisu 37. 57 s.

2.10 RUMMUSSA SEKOITETUSTA ASFALTTIMASSASTA VALMISTETUN PÄÄLLYSTEEN OMINAISUUKSISTA /111, 126/ (Rumpusekoittimella tehty asfalttibetoni)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli tutkia rumpusekoitusmenetelmällä valmistetun asfalttibetonin ominaisuuksia, kun massan sekoituslämpötilaa ja kiviaineksen kosteutta vaihdeltiin.

Sijainti

Koetie rakennettiin maantielle 137 (Tuusulantie) välille Ruotsinkylän liittymä-Hyrylä. Päällystekokeilun pituus oli noin 4.5 km.

Koeosuudet

1. AB 25 rumpusekoitus, kosteus 4.0 %, sekoituslämpö 120...130 °C
2. AB 25 rumpusekoitus, kosteus 6.5 %, sekoituslämpö 120...130 °C
3. AB 25 rumpusekoitus, kosteus 4.0 %, sekoituslämpö 150...160 °C
4. AB 25 annossekoitus, sekoituslämpö 150...160 °C
5. ABE 25 rumpusekoitus, kosteus 4.0 %, sekoituslämpö 150...160 °C

Toteutusaika

Koetie rakennettiin vuonna 1975. Seurantamittauksia tehtiin vuosina 1975 ja 1977. Tien osittaisen oikaisun takia kaikkia osuuksia ei voitu mitata enää vuonna 1977.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilua johti TVH, ja koeohjelma laadittiin PANK:n perustamassa työryhmässä. Tiemittaukset tilasivat VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolta Auran Rautateollisuus Oy ja TVL:n Uudenmaan piiri. Urakoitsijana kokeilussa oli Lemminkäinen Oy.

Tulokset

Joulukuuhun 1977 mennessä rumpusekoitusosuudet 1 ja 2 olivat kulu-neet voimakkaasti ja epätasaisesti, ja niiden pinta oli paikoitellen avoin. Kumpaakin päällystettä oli jo paikattu, mutta osuus 1 oli osuutta 2 paremmassa kunnossa.

Osuus 3 (rummussa sekoitettu) oli 1. ja 2. osuutta parempi, vaikka sitäkin oli paikattu. Annossekoitusosuuden 4 pinta oli tiiviimpi, kuluminen tasaisempaa ja urat matalammat kuin kolmella ensimmäisellä päällysteellä. Epäjatkovakäyräinen 5. osuus oli pinnaltaan tiivis, mutta paikoin epätasaisesti kulunut. Suuria kivirakeita oli irronnut sieltä täältä, ja päällystettä oli jouduttu paikkaamaan.

Laadultaan rummussa sekoitetut päällysteet eivät eronneet tavanomaisella menetelmällä valmistetusta päällysteestä. Poikkeuksena oli epäjatkuva asfalttibetoni: sen sideainepitoisuus oli 0.55 % ohjearvoa pienempi, joten tyhjätila jäi huomattavan suureksi. Tämä osuus kuluikin 1.5 kertaa normaalia annossekoitusosuutta nopeammin.

Päällysteosuus 3 oli uutena huomattavasti muita päällysteitä liukkaampi, mutta sen kitka parani vanhemmiten.

Päätelmät

Rummussa sekoitettujen massojen kulutuskestävyys oli hieman huonompi annoksina sekoitettuihin massoihin verrattuna, mikä ainakin osittain selittyy sideainepitoisuuden vaihtelulla. Korkea 150...160 °C sekoituslämpötila paransi päällysteen kestävyyttä.

Rumpusekoitusmenetelmällä todettiin voitavan valmistaa laatuvaatimukset täyttävää asfalttipäällystettä, vaikkakin se oli altis massan koostumuksen vaihtelulle jatkuvatoimisen sekoitusmenetelmän takia.

Lähteet

- /111/ Päällystyskokeet 1975. Helsinki 1976, TVH:n maatutkimustoimisto. 54 s.
- /126/ Sistonen, Matti, Rumpusekoitetusta asfalttimassasta valmistetun päällysteen ominaisuuksista. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 96. 25 s.

2.11 ASFALTTIBETONIN KIIILLETUTKIMUS VUONNA 1976 /112/ (Kiillepitoinen kiviaines)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa selvitettiin kiillepitoisista kiviaineksista eli kiillegneissistä ja -liuskeesta tehtyjen asfalttipäällysteiden kulumiskestävyyttä.

Sijainti

Tarkkailtuja kohteita oli yhteensä 15 TVL:n Kymen, Mikkelin, Pohjois-Karjalan ja Kuopion piirien teillä.

Koeosuudet

Koeosuudet oli päällystetty vuosina 1971-74, joten ne olivat kokeen alkaessa 2-5 vuotta vanhoja. Tarkkailuun hyväksyttiin vain sellaiset kohteet, joissa alustasta johtuvia vaurioita ei tarkastusaikana ollut haitallisen paljon.

Koeosuuksista tiedettiin päällystämivuosi, liikennemäärä, kivilaji, kiviaineksen lujuus, muotoarvo ja murtopintaluku, urasyvytydet vuonna 1976 sekä päällysteen yleinen kunto. Vertailupäällyste oli kohde 5 Kaipiainen-Kaitjärvi, jonka kiviaines (rapakivigraniitti) oli lujuudeltaan heikoin (Los Angeles-luku 31).

Toteutusaika

Tutkimus tehtiin vuonna 1976.

Tulokset

Urien syvyydet mitattiin 3.5 m oikolaudalla, ja lisäksi tarkastettiin päällysteen kunto silmämääräisesti. Tutkittujen kiillekiviainesasfalttipäällysteiden lujuudella korjatut vuotuiset kulumisarvot 1000 autoa kohti olivat 0.4...0.9 mm, ja vertailurapakivestä tehdyn osuuden vastaava arvo 0.6 mm.

Päätelmät

Kiillegneissii ja kiilleliusketta sisältäneet asfalttibetonit kestivät yhtä hyvin kuin hyvälaatuisesta rapakivestä tehty vertailupäällyste, kun arvioimissa otettiin huomioon päällysteen ikä sekä liikennemäärän ja lujuuden vaihtelut.

Lähteet

/112/ Päällystyskokeet 1976. Helsinki 1977, TVH:n maatutkimustoimisto. 49 s.

2.12 PÄÄLLYSTEKOETIE KEHÄ III:LLA /81, 88/ (Epäjatkuva asfalttibetoni, valuasfaltti)

Tutkimuksen tavoite

Päällystekokeilun tarkoituksena oli selvittää hyvin karkean, kiviaineskäyrältäään epäjatkuvan asfalttibetonin (maksimiraekoko 35 mm) soveltuvuutta tiepäällysteeksi. Rakeisuudeltaan jatkuvaa ja epäjatkovaa asfalttibetonia vertailtiin keskenään maksimiraekoon ollessa 25 mm. Samalla raekoolla tutkittiin myös valuasfaltin soveltuvuutta tiepäällysteeksi sekä vähäbitumisen asfaltin kestävyyttä.

Lisäksi kokeiltiin rikkibitumin käyttöä asfalttibetonin sideaineena, kalsiitin ja magnesiitin käyttöä täytejauheena sekä rumpusekoitusmenetelmällä valmistettua asfalttibetonia.

Kokeilun yleisenä tavoitteena oli selvittää kaikkien edellä lueteltujen seikkojen vaikutusta päällysteiden kulutuskestävyyteen.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin kantatielle 50 (Kehä III) välille Hämeenkylä-Vantaankoski. Koepäällysteet olivat ajoradan molemmilla kaistoilla, ja koetien pituus oli noin 2.0 km.

Koeosuudet

1. AB 25/120/III vähäbituminen rikkiasfaltti, B-120 S 6.1 %, sideaineesta rikkiä noin 30 %, pituus 503 m
2. AB 25/120/III normaali rikkiasfaltti, B-120 S 6.7 %, pituus 510 m
3. AB 25/120/III vertailuosuus, B-120 5.7 %, pituus 387 m
4. AB 25/120/III vähäbituminen, B-120 5.2 %, pituus 505 m
5. ABE 35/140/II-V karkearakeinen epäjatkuva, B-120 6.4 %, pituus 325 m
6. ABE 25/120/II-V epäjatkuva, B-120 6.5 %, pituus 325 m
7. AB 25/120/III vertailuosuus, B-120 5.7 %, pituus 337 m
8. AB 25/120/III magnesiitti, B-120 5.7 %, pituus 343 m
9. AB 25/120/III kalsiitti, B-120 5.7 %, pituus 336 m
10. AB 25/120/III rumpusekoitus, B-120 5.7 %, pituus 333 m
11. VA 20/90 ja karkeutus, karkearakeinen valuasfaltti, B-65/Trinidad Epure 7.3/2.0 %, pituus 86 m

Toteutusaika

Koepäällysteet rakennettiin elokuussa 1976. Päällysteiden urautumis-, kitka- ja tasaisuusmittauksia sekä muita havaintoja tehtiin vuosina 1976-81. Jälkitarkastusta tehtäessä 10.6.1981 Kehä III:n

toisen ajoradan rakennustyöt olivat käynnissä, minkä todettiin haittaavan koeosuuksien arviointia. Kaksiajorataiseksi rakentamisen jälkeen koetie päällystettiin uudelleen.

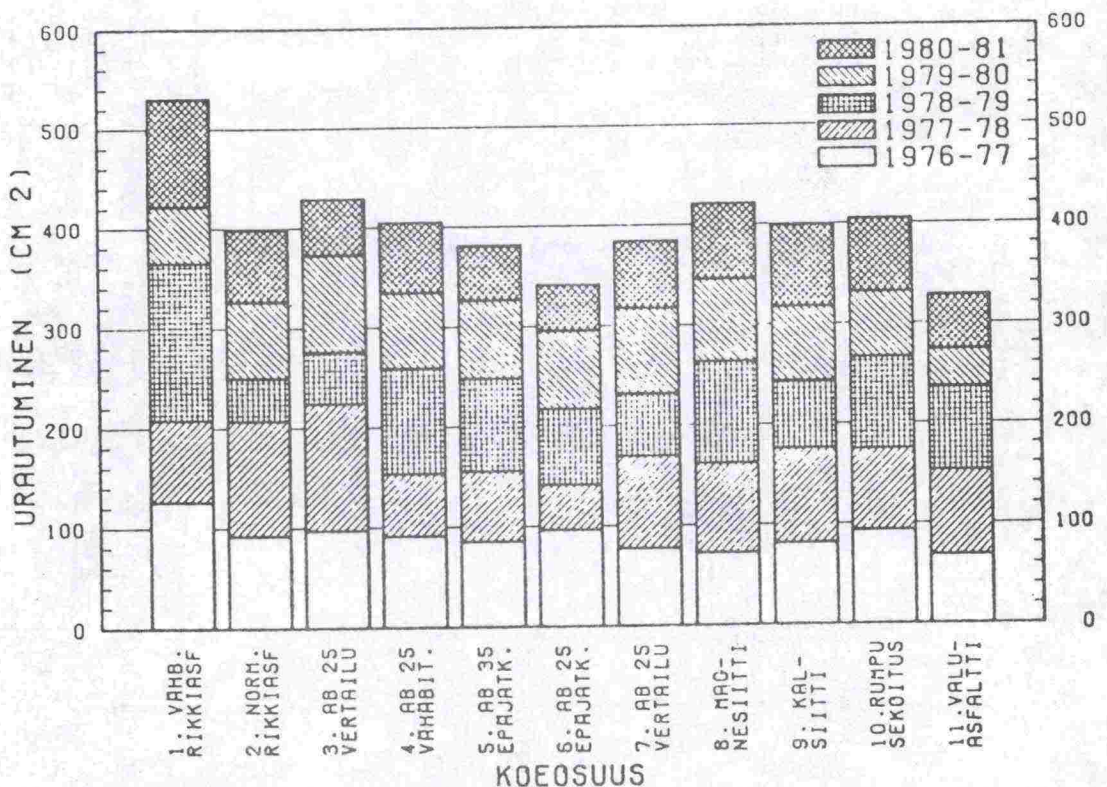
Tutkimusprojektin organisaatio

Päällystekokeilun suunnitteli ja valvoi TVH. TVL:n Uudenmaan piiri rakennutti päällysteet. Neste Oy vastasi rikkiasfaltista (yhdessä Outokumpu Oy:n kanssa) ja teki kulutusratakoiteita. Urakoitsija oli Lemminkäinen Oy, joka myös hoiti rumpusekoituksen.

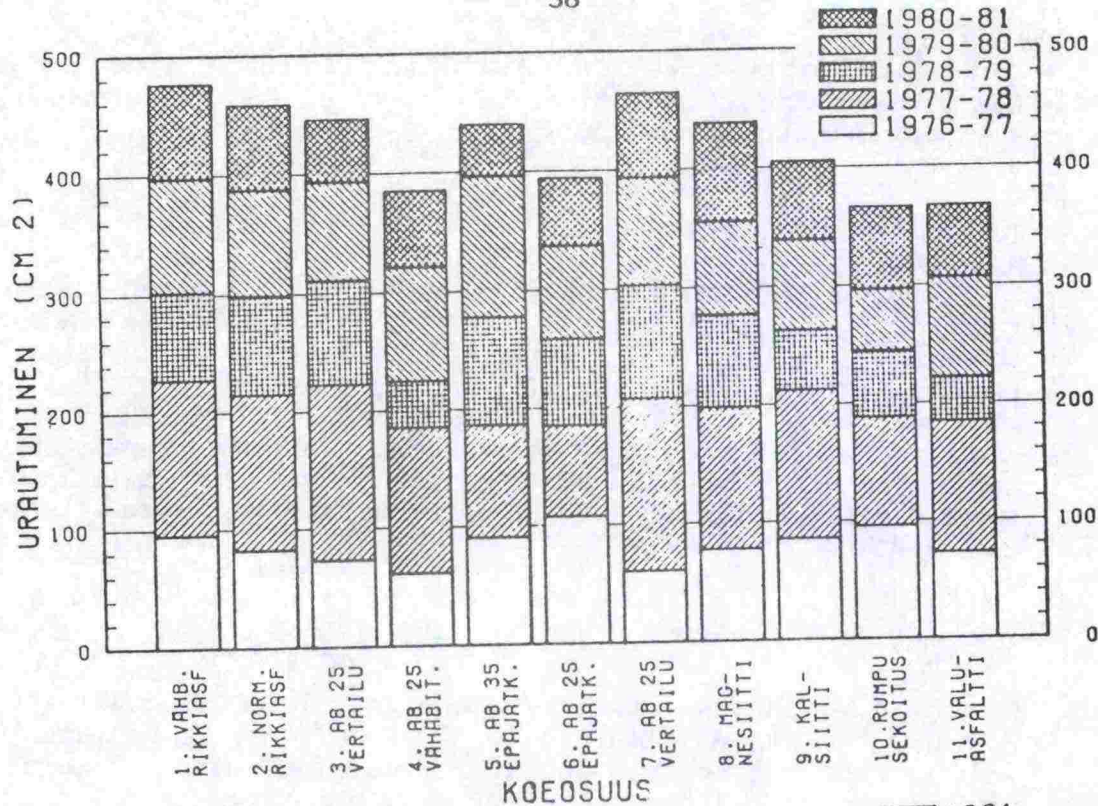
Kemira Oy toimitti kalsiittitäytejauheen ja Yhtyneet Paperitehtaat Suomen Talkki Oy magnesiittitäytejauheen. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio teki tutkimukset ja koerata-ajot päällystemassoille sekä laati tutkimusselostukset.

Tulokset

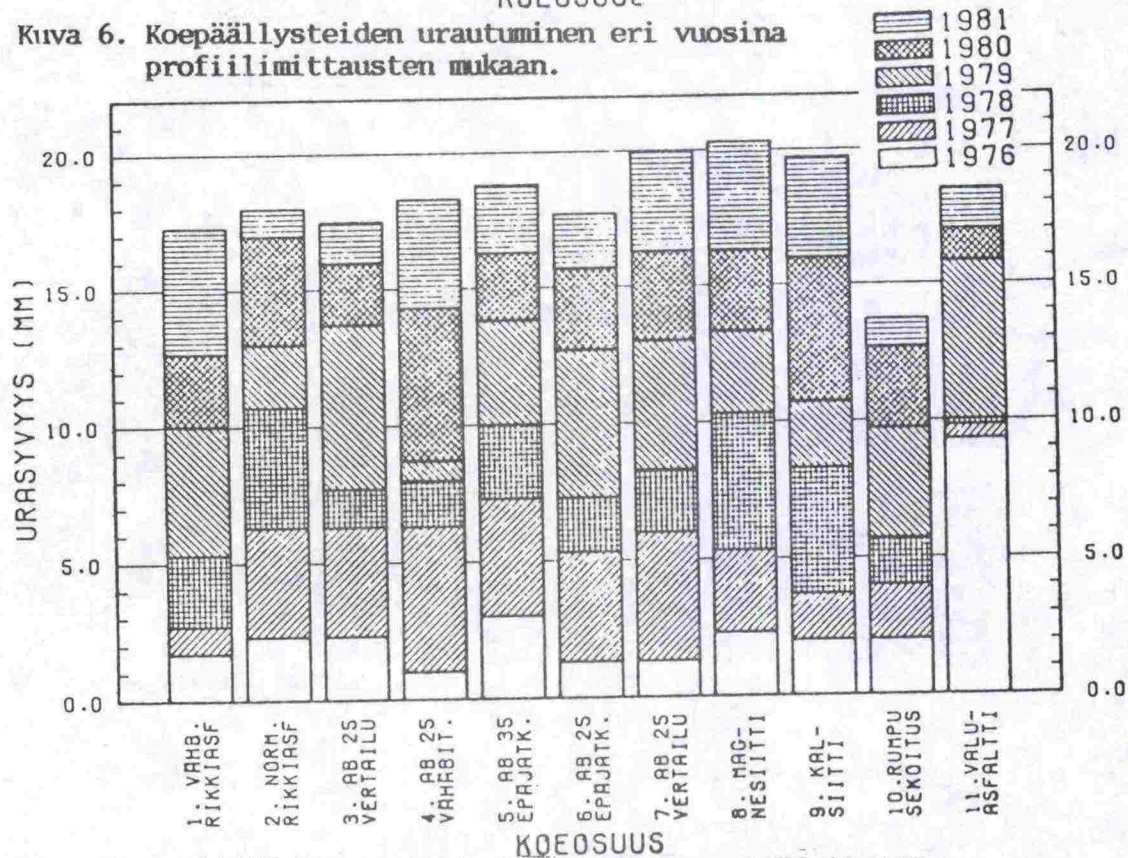
Massoihin käytetty kiviaines oli liian pitkulaista ja liuskeista. Sää aiheutti jonkin verran häiriöitä työn aikana, ja urakoitsijan kalusto reistaili koetta tehtäessä. Rikkibitumin muuttumisominaisuuksia varastosäiliössä ajan mittaan ei tunnettu.



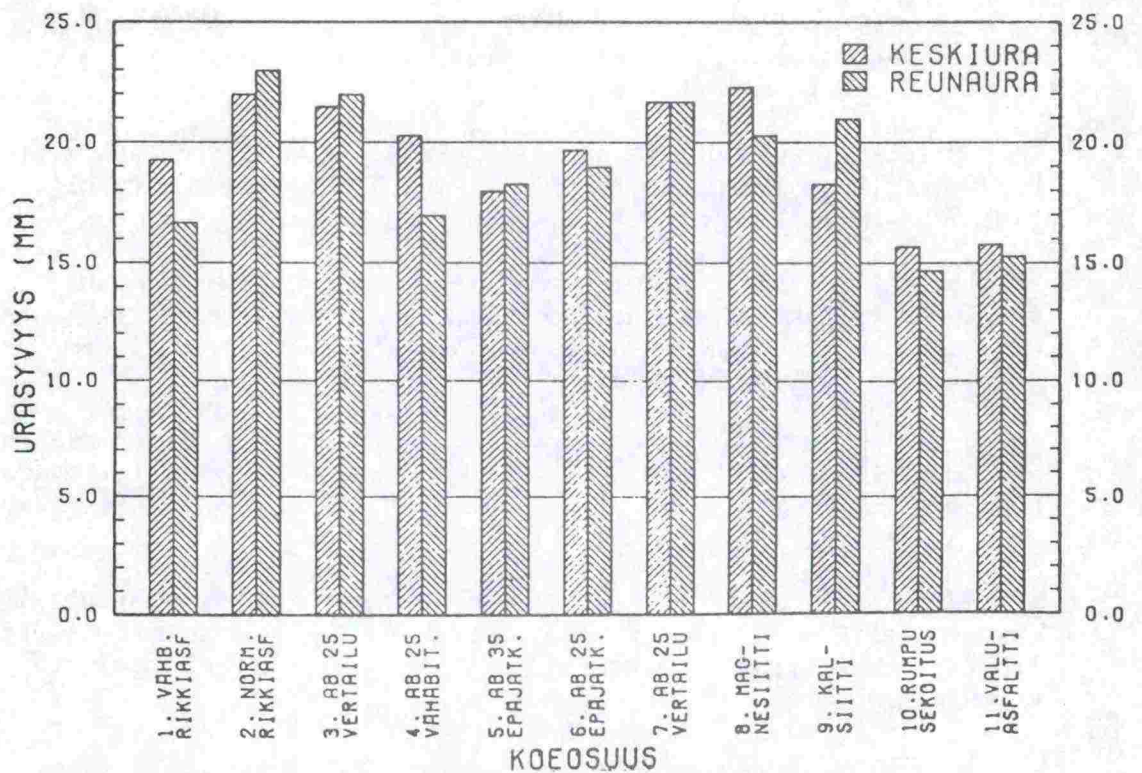
Kuva 5. Keskimääräinen urautuminen koeosuuksittain paksuusmittausten mukaan.



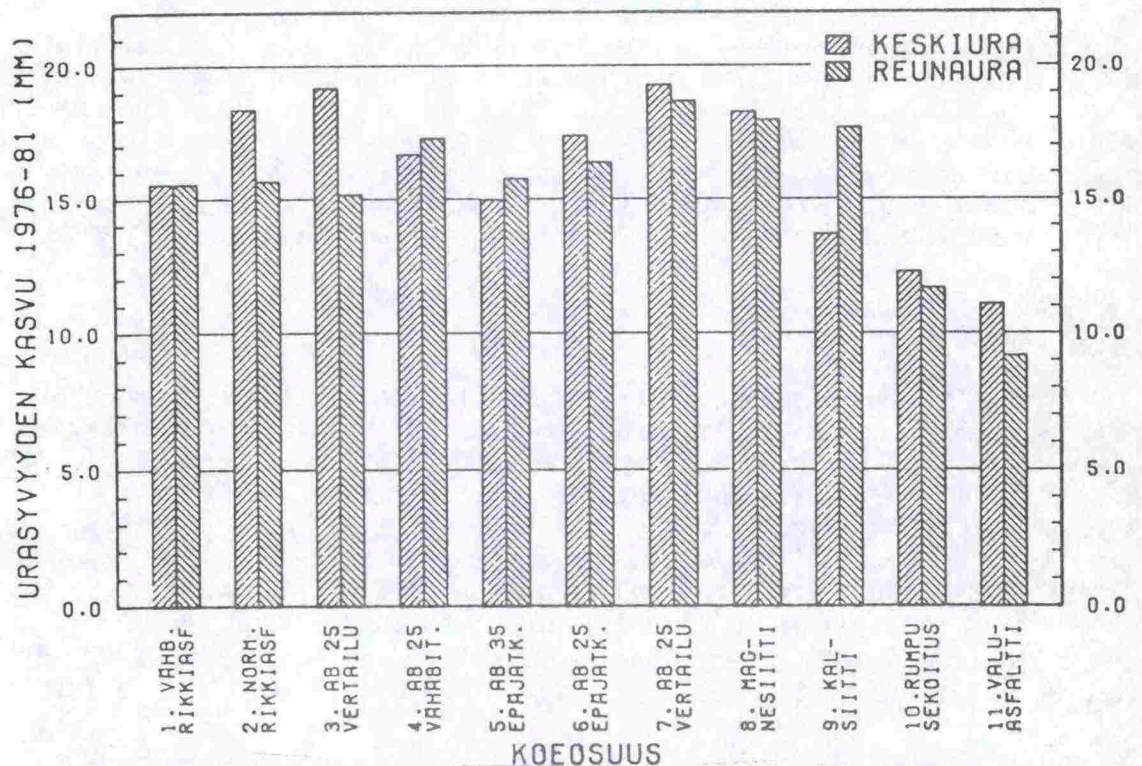
Kuva 6. Koepäällysteiden urautuminen eri vuosina profiilimittausten mukaan.



Kuva 7. Keskimääräinen urasyvyys reunaaurassa 1976-81 TVH:n oikolautamittausten (3.5 m) mukaan.



Kuva 8. Keskimääräiset urasyvyydet keski- ja reunaaurassa vuonna 1981 VTT:n oikolautamittausten (2.0 m) mukaan.



Kuva 9. Keskimääräinen urasyvyyden kasvu keski- ja reunaaurassa 1976-81 TVH:n oikolautamittausten (3.5 m) mukaan.

Valuasfalttipäällyste oli selvästi kaikkein epätasaisin, mutta muiden eri osuuksien väliset erot olivat pieniä. Valuasfaltilta mitattiin myös alhaisimmat kitka-arvot.

Eniten reikiä, purkautumia ja paikkauksia oli vähäbitumisella rikkiasfaltilla ja rumpusekoitusasfaltilla. Vähiten vaurioita oli epäjatkuvakäyräisillä päällysteillä.

Rikkiasfaltin levitystyö oli epämiellyttävää rikin hajun takia. Ärsyttävien työskentelyolojen todettiin saattavan haitata rikkiasfaltin käyttöä, vaikka haju- ja ärsytysvaikutuksia lievennettäisiinkin silmä- ja hengityssuojaimin.

Koepaikan valintaa arvosteltiin ainakin siksi, että liikennemäärä eri suuntiin ei ollut sama. Lisäksi alueella oli useita liittymiä. Loppuvuosina toisen ajoradan rakennustyöt häirtasivat koetien seuranta.

Koepäällysteet olivat huomattavan eri pituisia, ja ne rakennettiin vain toiselle kaistalle. Paksuusmittauksissa tarvittuja alumiinifolioita asennettiin liian vähän, vain kolme tai neljä kappaletta koeosuutta kohti.

Päätelmät

Kulumiskestävyydeltään selvästi paras oli valuasfalttiosuus, ja selvästi huonoin oli vähäbituminen rikkiasfalttibetoniosuus. Muiden kulumiserot eri päällysteiden välillä eivät olleet kovin selviä. Yleisesti ottaen vähäbitumiset päällysteet kestivät vertailuosuuksiaan huonommin ja epäjatkuvakäyräiset asfalttibetonit vertailuosuuksiaan paremmin kulutusta. Magnesiitin ja kalsiitin käyttäminen täytejauheena ei mainittavasti vaikuttanut kulutuskestävyyteen. Rumpusekoituspäällyste kului vähemmän kuin vertailuosuus.

Lähteet

- /56/ Lampinen, Anssi, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 245. 22 s.
- /81/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 84. 41 s.
- /82/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 118. 22 s.
- /83/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 183. 25 s.
- /88/ Nyberg, Clas, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 302. 57 s.

2.13 ASFALTTIPÄÄLLYSTEIDEN LAJITTUMISESTA /119/

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa selvitettiin päällystenäytteiden avulla lajittumisen syitä. Silmämääräisesti arvioitiin lajittuneisuuden haitta-aste ja lajittumakohdan pinta-ala.

Sijainti

Seurantavertailuihin valittiin seuraavat tieosat:

1. Maantie 325 Huutijärvi-Sahalahti, lajittunut
2. Maantie 325 Huutijärvi-Sahalahti, lajittumaton
3. Maantie 338 Aitovuori-Teiskola, lajittunut
4. Maantie 338 Aitovuori-Teiskola, lajittumaton
5. Maantie 330 Kyrönlahti-Kuru, lajittunut
6. Kantatie 66 Visuvesi-Virrat, lajittunut
7. Kantatie 66 Huikko-Jäminkipohja, lajittunut
8. Maantie 324 Oriveden ohikulkutie, lajittunut
9. Kantatie 41 Maatiala-Rahola, lajittunut
10. Maantie 305 Hämeenlinna-Veramasvuori, lajittunut
11. Valtatie 4 Taulu-Kuhmoinen, lajittunut
12. Valtatie 4 Taulu-Kuhmoinen, lajittumaton
13. Valtatie 9 Tampere-Oripohja, lajittunut
14. Valtatie 9 Tampere-Oripohja, lajittunut
15. Valtatie 3 Iittala-Taavetinkoski, lajittunut
16. Valtatie 3 Iittala-Taavetinkoski, lajittunut

Kaikki kohteet olivat TVL:n Hämeen piirissä. Osuuksilla 1-4 tehtiin työtapavertailu, osuuksilla 5-9 konevertailu, osuudella 10 massa-tyyppivertailu ja osuuksilla 11-16 sideainemäärävertailu.

Toteutusaika

Näytteet kohteista otettiin 12.-15.10.1976.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen teki TVL:n Hämeen piirille tekn.yo Rauno Savela Tampereen teknillisessä korkeakoulussa diplomityönään.

Tulokset

Levitettäessä syntynyttä lajittumaa ei kyetty poistamaan päälleheittolla, vaikkakin se esti veden pääsyn syvälle päällysteeseen. Tämä puolestaan lievensi pakkasen aiheuttamaa rapautumista. Suuritehoi-

sen, amoskooltaan pienen sekoitusaseman käyttö lisäsi eräiden mas-satyypien lajittumista. Koostumukseltaan karkearakenteiset massat lajittuivat herkimmin. Toisaalta täysin murskautuneiden, yli 6 mm rakeiden osuuden kiviaineksesta kasvaessa lajittuminen väheni.

Sideainemäärän ja kiven hienoaineksen tuli olla keskenään sopivassa suhteessa. Silloin seoksen sitkeys riitti pitämään suuret rakeet liikkumatta massaa siirrettäessä. Myös mastiksin ja karkean kiviaineksen määrien tuli olla oikeassa suhteessa rakeiden vierimisen estämiseksi.

Päätelmät

Regressioanalyysin mukaan parhaat lajittumisen selittäjät olivat massan tyhjätila ja sideainepitoisuus sekä kiviaineksen 0.075, 4 ja 12 mm seulojen läpäisyprosentit.

Lähteet

/119/ Savela, Rauno, Asfalttipäällysteiden lajittumisesta. Tampere 1979, Tampereen teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 80 s.

2.14 MASUUNIKUONAN KÄYTÖSTÄ BITUMILLA SIDOTUISSA TIEPÄÄLLYTEISSÄ /31, 116/ (Bitumilla sidottu kuonamurske)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään Rautaruukki Oy:n Raahen tehtaiden kuonamurskeen käyttökelpoisuutta bitumilla sidotuissa tiepäällysteissä.

Sijainti

Koetiet rakennettiin maantielle 8104 (Raah-Pattijoki) ja Pattijoen paikallistielle 18584. Lisäksi tutkittiin Lemminkäinen Oy:n kesällä 1977 Raahen kaupunkiin tekemää masuunikuonapäällystettä.

Koeosuudet

Raahen-Pattijoen maantien poikkileikkaus oli IN-10/7, KVL 4539 ja nopeusrajoitus 60 km/h. Tien toiselle kaistalle levitettiin 180 m pituinen AB 20/120-päällyste, jonka runkoaineena oli masuunikuonaa. Vertailupäällysteeksi tehtiin murskesorasta valmistettu AB 25/120. Osuuskien bitumipitoisuus oli 5.8 %.

Pattijoen paikallistien poikkileikkaus oli IIN-8/7, KVL 2925 ja nopeusrajoitus 60 km/h. Koepäällystettä tehtiin tien toiselle kaistalle 120 m pituinen osuus. Vertailupäällysteenä oli KAB 25/120, joka oli valmistettu luonnonkiviaineksesta. Päällysteiden sideainepitoisuus oli 4.3 %.

Fellmaninpuistokadulle Raahen rakennettu 170 m pituinen masuunikuonapäällyste sisälsi kuonamursketta 94.0 % ja kalkkifillieriä 6.0 %. Sideainepitoisuus (B-120) oli 5.7 %.

Toteutusaika

Fellmaninpuistokadun päällyste oli rakennettu keväällä 1977. Raahen-Pattijoen maantien ja Pattijoen paikallistien koeosuudet tehtiin syksyllä 1978. Seurantatutkimuksia tehtiin ja poranäytteitä otettiin vuosina 1978-80.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimus toteutettiin TVL:n Oulun piirin ja Oulun yliopiston tielaboratorion yhteistyönä.

Tulokset

Kuonamurskeen rakeisuuteen ja sen pitämiseen ohjerajoissa jouduttiin kiinnittämään runsaasti huomiota työn aikana. Koetieellä ei päästy yhtä hyvin tyhjätila- ja lujuusarvoihin kuin laboratoriokokeissa. Ilmeisesti kuonamateriaali oli alkujaan hieman lajittunutta ja epätasaista rakeisuudeltaan.

Koepäällysteen tyhjätilaksi jäi 16.5 %. Raskaampaa valssijyrää (käytössä oli 8 t staattinen jyrä) tai esimerkiksi syvyysvaikutukseltaan tehokkaampaa kumipyöräjyrää käyttämällä olisi voitu päästä parempaan tiiviyteen. Syvää tiivistysvaikutusta olisi tarvittu, koska koepäällyste oli pienen tilavuuspainonsa takia normaalia paksumpaa. Massan huonon tiivistymisen uskottiin vaikuttavan epäedullisesti päällysteen kestävyyskykyyn, koska suuri tyhjätila kiihdytti bitumin luonnollista vanhenemista ja kovenemista. Tämä puolestaan vähensi asfalttibetonin kykyä vastustaa halkeilua alhaisissa lämpötiloissa.

Rakentamisaikaisten kokemusten mukaan kappalekuonaa voitiin ajatella käytettäväksi vähäliikenteisillä teillä ja kevytliikenteen väylillä, joilla kulutusrasitus pysyy pienenä. Rakeisuuden parantamiseen sekä tasalaatuisuuteen ja lujuuden kannalta riittävään tiivistykseen tuli kiinnittää riittävästi huomiota.

Kappalekuona tarttui hyvin bitumisiin sideaineisiin, mutta huokoisen rakenteensa takia se vaati luonnonkiviaineksiin verrattuna enemmän bitumia.

Kuonapäälysteiden paksuuden muutosnopeudessa havaittiin selvä hidastuminen, kun taas normaalipäälysteiden oheneminen kiihtyi iän myötä. Pitemmän ajan kuluessa kulumiserot siis saattavat tasoittua. Kuonapäälysteiden nopean alkukulumisen arveltiin johtuneen heikosta tiivistymisestä.

Keväällä 1980 kuonapäälysteen AB 20 raideurat olivat 13.5-17.5 mm, ja segmenttiura oli 14.0 mm. Vertailuosuudella raideurat olivat 4.5-5.0 mm, segmentti 9.0 mm. KAB 20-päälysteen raideurat olivat 4.0-8.0 mm, segmentti 4.6 mm, ja tämän vertailuosuuden raideurat olivat 3.5-6.5 mm sekä segmentti 4.6 mm.

Kuonapäälysteiden runkoaineiksissa oli lisäksi tapahtunut murskautumista kevääseen 1980 mennessä (0.074 mm seulan läpäisy oli kasvanut 3.0 %). Vaikka kuonapäälysteen AB 20 Marshall-lujuus olikin seurantajakson aikana kasvanut, se oli yhä laboratorio-oloissa sullottujen näytteiden lujuuksia pienempi.

Päätelmät

Syksystä 1978 kevääseen 1980 mennessä kuona-asfalttibetonin paksuus pieneni 8.2 mm, kun vertailupäälysteenä ollut, murskesorasta tehty AB 25 oheni vain 3.7 mm. Kappalekuonasta tehty KAB 20 kului samana ajanjaksona 5.3 mm. Vertailupäälyste KAB 25 kului hieman vähemmän.

Lähteet

- /31/ Koivuniemi, Mirja, Masuunikuonan käytöstä bitumilla sidotuissa tiepäälysteissä. Oulu 1979, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos, julkaisu 28. 69 s.
- /116/ Räinen, Matti, Masuunikuona asfalttibetonin runkoaineena. Oulu 1980, Oulun yliopisto, rakentamistekniikan osasto, erikoistyö. 21 s.

2.15 PÄÄLYSTYSKOKEILU WIRTGEN REPAVE -MENETELMÄLLÄ VALTATIELLÄ 3 /26/ (Massapinta)

Tutkimuksen tavoite

Asfalttipäälysteiden voimakkaan kulumisen vuoksi haluttiin etsiä mahdollisimman taloudellinen pintausten menetelmä. Kokeissa selvitettiin Wirtgen Repave -menetelmän edullisuutta, koneiston käyttökelpoisuutta suomalaisissa oloissa sekä koneen valmistaman asfalttipäälysteen laatua.

Sijainti

Päällystekokeilu tehtiin valtatielle 3 Köykkälän liittymän ja Uudenmaan läänin rajan välille Riihimäen kaupungin alueelle. Koetien kokonaispituus oli 4.2 km.

Koeosuudet

1. ABE 20, suhteitus I (VTT)
2. ABE 20, suhteitus II (TVL Hämeen piiri)
3. ABE 20, suhteitus III (TVL Hämeen piiri ja VTT)
4. AB 18, suhteitus IV (TVL Uudenmaan piiri)

Korjattu päällyste oli tyyppiä AB 20.

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin 17.-27.10.1977. Työn aikana otettiin massa- ja poranäytteitä VTT:n tutkimuksia varten. Työn valmistuttua tehtiin tasaisuus- ja profiilimittauksia syksyllä 1977. Nämä mittaukset uusittiin keväisin vuosina 1978, 1980 ja 1982.

Tutkimusprojektin organisaatio

Päällystekokeilun suunnitteli ja valvoi TVL:n Hämeen piiri. Urakoitsija oli Kestoasfaltti Oy. Kokeilun vertailupäällysteen suhteitti TVL:n Uudenmaan piiri. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio suhteitti epäjatkuvan asfalttibetonin, tutki massanäytteet ja valmiin päällysteen, teki tasaisuus- ja profiilimittaukset sekä laati tutkimusselostuksen.

Tulokset

Kokeiltu monitoimikone pehmitti vanhan päällysteen ja repi sen 20...35 mm syvyydeltä. Tämän jälkeen kone siirsi revityn asfaltin tasausmassaksi halutulle kohdalle ja levitti tämän päälle uuden, määrävahvuisen kulutuskerroksen. Kokeiltu laite oli vuokrattu Wirtgen AG:ltä Saksan Liittotasavallasta.

Pienen massamenekin ansiosta päällysteen uusiminen repimällä ja ta-
saamalla alusta lämpöpohjamenetelmällä oli jonkin verran kylmäjyr-
sintää edullisempaa. Koneen teho riitti alustan kuivaamiseen ja kuu-
mentamiseen syksylläkin, joskin sade alensi laitteen kulkunopeutta.

Massan valmistus koneasemalla ei ollut moitteetonta, koska myös mui-
ta massatyypejä tehtiin samanaikaisesti. Kuljetusten oli oltava oi-
kea-aikaisia, jotta alustan lämpötila kyettiin pitämään tasaisena.
Lämmöltään sallitussa ylärajassa olleet massat olivat parhaiten kä-

siteltäviä levityksessä.

Tasaisuudeltaan osuudet olivat hyviä lukuunottamatta viimeistä suhteitusosuutta II vasemmalla kaistalla, joka oli lievästi epätasainen (164 cm/km).

Päätelmät

Valmis päällyste täytti normien tyhjätilavaatimukset. Suurin osa epäjätkuvaksi tarkoitettusta asfaltista oli kuitenkin lähinnä normaalia AB 20 -massaa. Sen Marshall-arvot olivat normaalit, mutta flow-arvot ylittivät normien suositukset. Tiellä päällyste vaikutti ulko- näöltään yleensä epähomogeeniselta.

Lähteet

/26/ Kannisto, Pentti & Partanen, Erkki, Päällystyskokeilu "Wirtgen Repave" menetelmällä valtatiellä 3 välillä Uudenmaan läänin raja-Köykkälän risteys, Riihimäki. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 109. 22 s.

2.16 PIIKKIÖN PÄÄLLYTEKOETIE 1978-83 /28, 84/ (Päällysteen tyhjätila, kiviaineksen lujuus)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli tutkia päällysteen tyhjätilan vaikutusta kulutuskestävyyteen, kovuudeltaan ja hioutuvuudeltaan erilaisten kiviainesten nastarengaskestävyyttä, rakeisuudeltaan jyrkkäkäyräisen asfalttibetonin kulutuskestävyyttä sekä sideaineen viskositeettia muuttavan Irgawax-lisäaineen vaikutusta kyseiseen päällysteeseen. Lisäksi verrattiin koeradoilla saatuja kulumistuloksia koetien vastaaviin arvoihin.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin valtatielle 1 Piikkiöön tieosalle 32 Makarila-Tuorla. Koetien pituus oli noin 2.3 km.

Koeosuudet

Nihattula, Lumparla, Liedonkallio ja Kemiö olivat kiviaineksen otto- paikkoja.

1. AB 20/100 Nihattula, B-120 5.0 %, tyhjätila 4.0 %

2. AB 20/100 Nihattula, B-120 5.3 %, tyhjätila 2.0 %
3. AB 20/100 Nihattula, B-120 5.5 %, tyhjätila 1.0 %
4. AB 20/100 Lumparila, B-120 5.8 %, tyhjätila 2.0 %
5. AB 20/100 Rumpunen, B-120 5.8 %, tyhjätila 2.0 %
6. AB 20/100 Liedonkallio, B-120 5.7 %, tyhjätila 2.0 %
7. AB 20/100 Kemiö, B-120 5.8 %, tyhjätila 2.0 %
8. AB 20/100 Kemiö "jyrkkä", B-120 4.7 %, tyhjätila 2.0 %
9. AB 20/100 Kemiö "jyrkkä", Irgawax, B-120 4.7 %, tyhjätila 2.0 %

Yllä olevat tyhjätila-arvot olivat teoreettisia. Kunkin osuuden pituus oli noin 250 m.

Toteutusaika

Koepäällysteet tehtiin 2.-8.8.1978. Urautumista seurattiin Strato-test-laitteella (1978-81), profilografilla (1978-81), paksuusprofi-lometrillä (1981-83), 2 m oikolaudalla (1979-83) ja VTT:n uramitta-rilla vuonna 1983. Urautumismittaukset tehtiin kerran vuodessa, yleensä heinäkuussa.

Tasaisuutta mitattiin koetiellä vuosina 1978-82 VTT:n yhteenlaske-valla sysäysmittarilla. Kitkamittaukset tehtiin Skiddometer BV 11-laitteella (1978-80) ja VTT:n kitkamittausautolla (1979-83). Sil-mämääräisesti vauriot kartoitettiin vuosittain. Massa- ja poranäyt-teet otettiin vuonna 1978, ja poranäytteitä otettiin uudelleen vuon-na 1983. Viimeinen vauriotarkastus tehtiin 20.7.1983, jolloin seu-ranta lopetettiin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen suunnitteli TVH, ja koeosuudet rakensi TVL:n Turun pii-ri. Kokeilu rahoitettiin TVH:n ja Neste Oy:n yhteisistä kehitysoh-jelmavaroista. Tutkimuksista ja selostuksista vastasi VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Päällysteiden rakentaminen onnistui melko hyvin lukuumottamatta osuutta 3, jolla ei saavutettu ohjetyhjätilaa (1.0 %), vaan jäätettiin samaan arvoon osuuden 2 kanssa (2.0 %). Ainoa mainittava muutos koe-päällysteiden koostumuksissa oli vuosien mittaan tapahtunut stabili-teetin ja flow-arvojen lievä pieneneminen. Marshall-suhteen kasvu osoitti päällysteiden haurastumista eli joustavuuden vähentymistä.

Päällyste, jonka tyhjätila oli suuri, sideainepitoisuus pieni ja jossa ei ollut lainkaan täytejauhetta, vaurioitui vertailuosuuksiaan enemmän. Toisaalta kyseisen osuuden kitka oli huomattavan korkea.

Haurausarvo oli yksittäisistä muuttujista kuvaavin. Hioutuvuusominaisuudet yksin eivät korreloineet urautumisen kanssa kovin hyvin. Lujuus- ja hioutuvuusominaisuuksista parhaiten kuvasi urautumista yhdistelmä, jossa selittäjinä olivat parametrit haurausarvo ja hioutuvuusluku.

Taulukko 2. Lujuus- ja hioutuvuusominaisuuksien yhteisvaikutus urautumiseen. L on suhteellisten lujuustulosten keskiarvo ja H on suhteellisten hioutuvuustulosten keskiarvo.

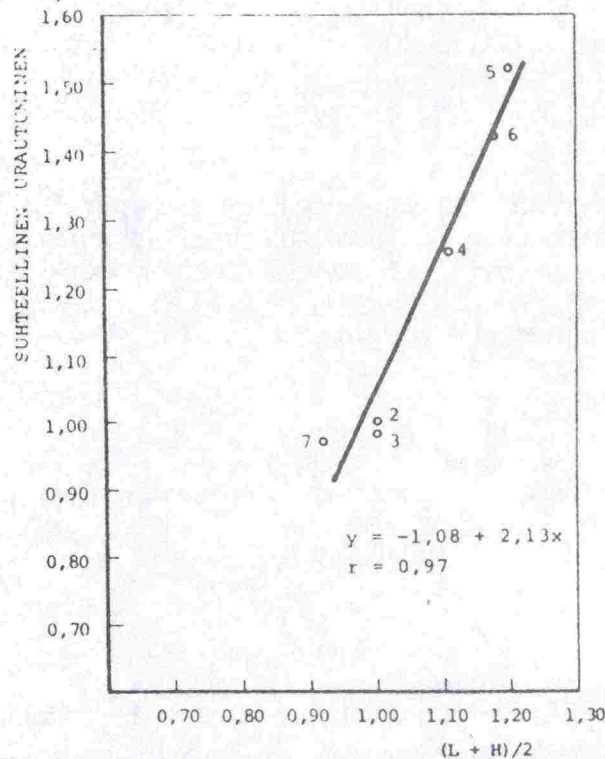
Ominaisarvo	Lineaarisen korrelaation kerroin r
$L \times H$	0,956
$L \times \sqrt{H}$	0,924
$\sqrt{L} \times H$	0,926
$(L + H)/2$	0,966
$L + \sqrt{H}$	0,927
$\sqrt{L} + H$	0,927
$3L + H$	0,905
$3L + 2H$	0,946
$2L + 3H$	0,965
$L + 2H$	0,942

Los Angeles -luku pelkästään ei kuvannut kiviaineksen kulutuskestävyyttä tiepäällysteessä riittävän hyvin. Kulutuskestävyys heikkeni olennaisesti, kun tiiviysaste oli pienempi kuin 99 %. Alhainen mastiksipitoisuus lisäsi päällysteen vaurioitumisherkkyyttä ja vähensi kestävyyttä.

Koetien perusteella ei voitu osoittaa kiviaineksen puikkoisuuden tai liuskeisuuden vaikutusta päällysteen lajittumis- ja purkautumisherkyyteen. Parhaat kitka-arvot saavutettiin päällysteillä, joissa graniitin osuus kiviaineksestä oli suuri.

Rakeisuudeltaan jyrkkien ja normaalikäyräisten osuukien urautumisessa ei havaittu olennaisia eroja. Sideaineen viskositeettia muuttava lisäaine ei vaikuttanut urautumiseen, mutta Irgawaxin vaikutusta päällysteen lajittumisherkyyteen ehdotettiin tutkittavaksi enemmän.

Kulutuskoeradoilla ja koeteillä saadut tulokset korreloivat varsin hyvin urautumisen osalta. Koeteillä tehtävien yksittäisten profiili- ja oikolaivamittausten määrää ehdotettiin tulevaisuudessa lisättäväksi.



Kuva 10. Yhdistettyjen lujuus- ja hioutuvuustulosten sekä koetiellä tapahtuneen urautumisen välinen lineaarinen riippuvaisuus. Urautumisen mittana käytettiin kaistan poikkipinta-alan pienenemistä (cm²).

Päätelmät

Sideaine- ja täytejauhepitoisuutta muuttellessa aikaansaadulla tyhjätilan vaihtelulla ei ollut merkittävää vaikutusta urautumiseen. Kiviaineksen lujuusominaisuudet selittivät urautumista melko hyvin.

Lähteet

- /19/ Hyypiä, Marjaana, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 175. 25 s.
- /28/ Karhula, Jyrki, Piikkiön Päällystekoetie 1978-1983. Espoo 1984, VTT, tutkimuksia 299. 76 s.
- /29/ Karhula, Jyrki, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 363. 36 s.
- /84/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 152. 34 s.
- /89/ Nyberg, Clas, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 235. 24 s.
- /90/ Nyberg, Clas, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 295. 40 s.

2.17 PÄÄLLYSTYSKOETIE RUMPUSEKOITUSMENETELMÄLLÄ VALTATIELLÄ 3
PARKANOSSA VUONNA 1979 /125, 155/
(Rummussa sekoitettu asfalttibetoni)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää Tehoasfaltti Oy:n Parker-rumpusekoitusasemalla valmistetun asfalttibetonin laatuominaisuudet ja kulutuskestävyys. Lisäksi selvitettiin bitumiin lisätyn tartukkeen merkitystä rumpusekoituksen yhteydessä. Kulutuskestävyyttä testattiin myös VTT:n tie- ja liikennelaboratorion koeradalla.

Sijainti

Kokeilu tehtiin valtatiellä 3 välillä Alaskylä-Parkano. Koeosuuksien yhteispituus oli 2.6 km.

Koeosuudet

1. AB 20/100, rumpusekoitus
2. AB 20/100, rumpusekoitus, Raision diamin-tartuketta 1.0 % bitumin määrästä
3. AB 20/100, amnossekoitus (vertailupäällyste)

Toteutusaika

Koeosuudet rakennettiin 31.7.-3.8.1979. Ensimmäiset kulumismittaukset tehtiin 28.4.1980. Päällysteiden kulumista seurattiin vuosittain kevääseen 1987 saakka.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koetiehen liittyvien tutkimusten toimeksiantajina olivat Tehoasfaltti Oy ja Raision Tehtaat Oy. Tehoasfaltti Oy rakensi päällysteet osana TVL:n Turun piirin urakkaa II C/1979. Kokeilun muut osapuolet olivat TVH:n tienrakennustoimisto ja maatutkimustoimisto sekä tutkimusten suorittaja, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio. Urakoitsija ja piiri ottivat rinnakkaiset massa- ja päällystenäytteet.

Tulokset

Koe- ja vertailumassojen valmistumisen jälkeen ei voitu havaita mainittavaa eroa rumpusekoitusasemalla ja normaalilla amnosasemalla tehtyjen massojen ja niistä tehtyjen päällysteiden välillä.

Bitumiin lisätyllä tartukkeella ei todettu olevan merkitystä, minkä

katsottiin johtuneen kiviaineksen vähäisestä kosteudesta. TVH:n kunnossapito-osaston päällystejaoston tekemissä tarkastuksissa 15.7.1986 ja 13.5.1987 huomattiin tartukkeen kuitenkin parantaneen jonkin verran koepäällysteen kestävyyttä.

Päätelmät

Tutkimuksissa ei todettu selvää eroa rumpusekoitus- ja annosasemalla valmistettujen massojen ja niistä tehtyjen päällysteiden välillä. Bitumiin lisätty tartuke näytti parantavan päällysteen kestävyyttä ajan mittaan.

Lähteet

- /125/ Sistonen, Matti, Päällystekoetie Rumpusekoitusmenetelmällä vt 3:lla Parkanossa 1979. Espoo 1981, VIT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 223. 17 s.
- /155/ Ylä-Rautio, Matti, Vt 3 Alaskylä-Parkano tarkastusmittaukset 15.7.1986 ja 13.5.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.

2.18 NURMIJÄRVEN PÄÄLLYSTEKOETIE VUONNA 1979 /61, 62, 66, 69/ (Sideaineen kovuus, erilaiset täytejauheet)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa selvitettiin erilaisten bitumilaatujen ja täytejauheiden vaikutusta asfalttipäällysteisiin. Sideainelajia, bitumin 60 °C viskositeettia ja päällysteen bitumipitoisuutta vaihdeltiin. Täytejauheina käytettiin valmistustavaltaan erilaisia kalkkikivitäytejauheita sekä kuparikuonaa, lentotuhkaa ja syklonipölyä. TVL:n Uudenmaan piirin aloitteesta koetiellä tutkittiin myös teräskuonaa asfalttibetonin runkoaineena.

Sijainti

Koetie tehtiin valtatielle 3 Nurmijärvelle välille paikallistien 11483 tiehaara-Noppo. Kokeilun pituus oli 4.0 km.

Koeosuudet

Päällysteenä koetiellä oli AB 25/120.

1. Vertailuosuus
2. B-65

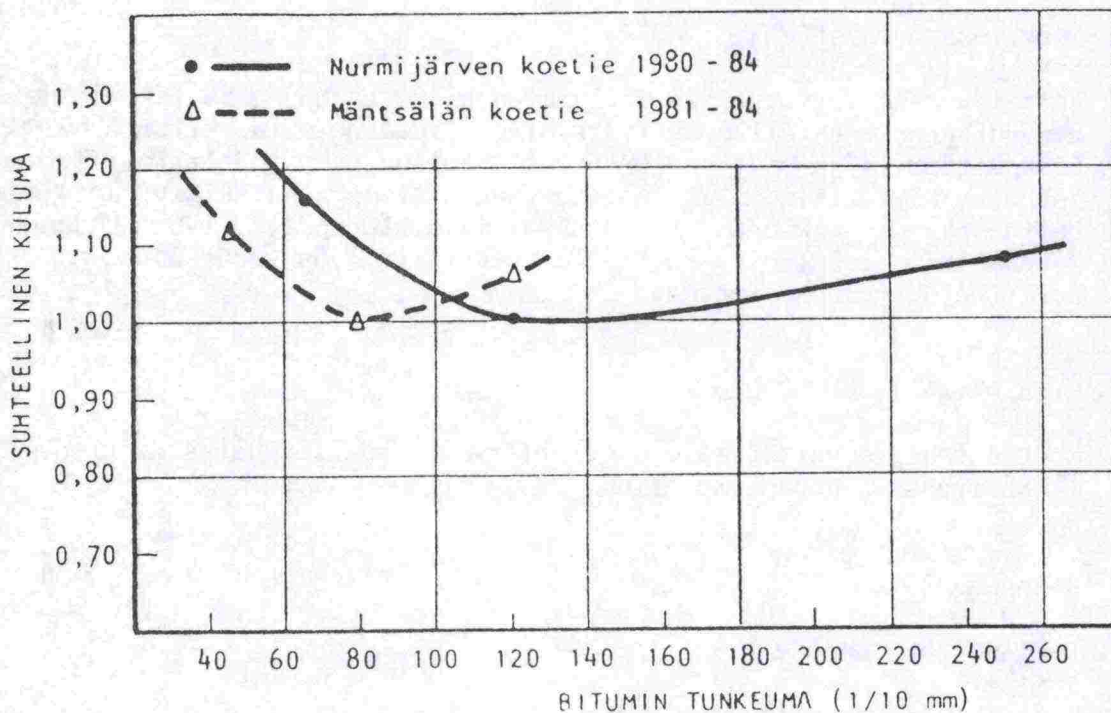
3. B-250
4. B-120, alhainen 60 °C viskositeetti
5. B-120, korkea 60 °C viskositeetti
6. Alhainen bitumipitoisuus
7. Korkea bitumipitoisuus
8. Vertailuosuus
9. Kuparikuona täytejauheena
10. Lentotuhka täytejauheena
11. Karkea kalkkikivijauhe täytejauheena
12. Enäksinen kalkki täytejauheena
13. Hieno kalkkikivijauhe täytejauheena
14. Syklonipöly täytejauheena
15. Vertailuosuus
16. Teräskuona runkoaineena

Toteutusaika

Päällysteet tehtiin 2.-15.8.1979. Seurantatutkimuksia ja -mittauksia tehtiin vuosittain vuosina 1979-84.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen toimeksiantajat olivat TVH, Neste Oy, TVL:n Uudenmaan piiri, rakennusaineteollisuus ry ja Outokumpu Oy. Nämä osapuolet olivat mukana sekä koetien suunnittelussa että rakentamisessa. Tut-



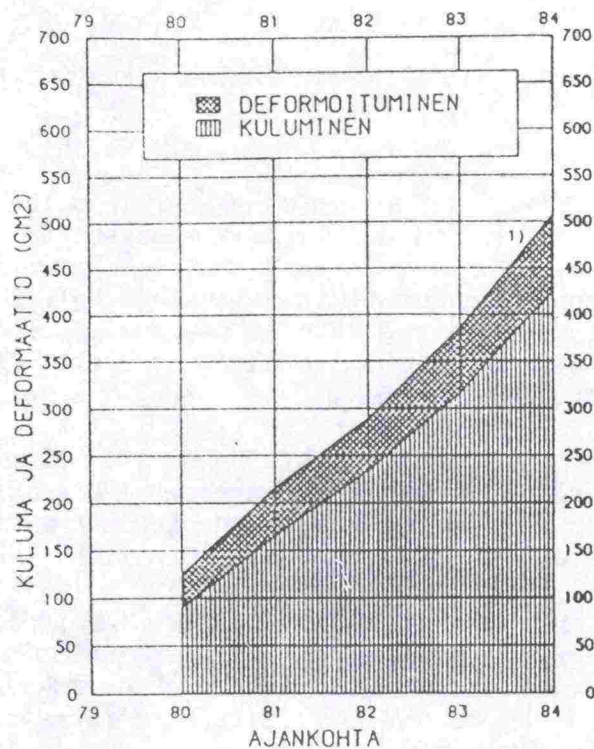
Kuva 11. Bitumin tunkeuman vaikutus asfaltin kulumiseen.

kimuksen tehnyt VTT:n tie- ja liikennelaboratorio osallistui myös tutkimuskustannuksiin. Uudenaan piiri rakensi koetien omana työnään. Työnaikaisesta valvonnasta vastasi TVH:n maatutkimustoimisto.

Tulokset

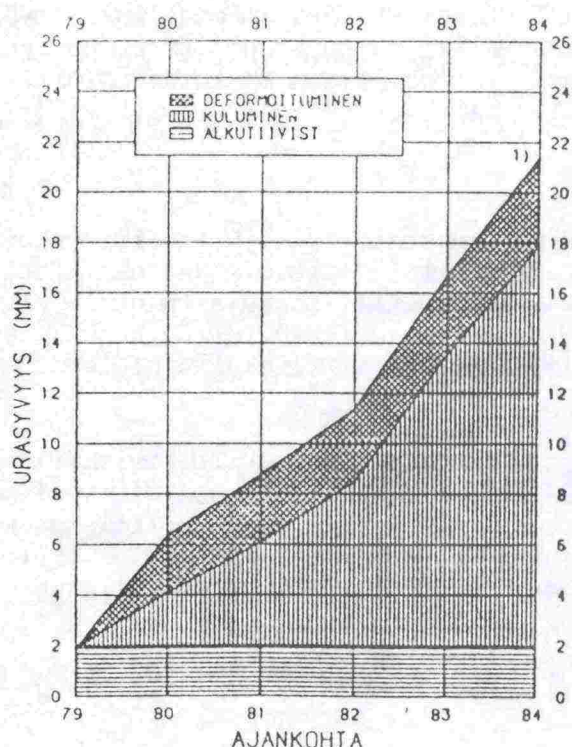
Tulokset kuvasivat hyvin päällysteen kestävyyttä vilkasliikenteisellä tiellä, jolla oli runsaasti raskaita ajoneuvoja ja joka pidettiin suolaamalla paljaana suurimman osan vuotta. Saatuja tuloksia ei voitu kuitenkaan yleistää koskemaan maamme kaikkia teitä, koska sääolot, kunnossapito, liikenne ja rakentamistekniikka vaihtelevat maan eri osissa.

Sideainepitoisuuden optimi tässä kokeessa käytetylle kiviainekselle oli 5.6-5.8 %. Pieni pitoisuus lisäsi tyhjätillaa, jolloin vesi pääsi paremmin rapauttamaan päällystettä. Kasvanut sideainepitoisuus mahdollisti vähäisen deformaation, ja nastarenkaat kuluttivat pintaan nousseen mastiksin syksyllä helposti pois.



1) Vuoden 1984 deformaatio arvioitu edellisen vuoden 1983 perusteella.

Kuva 12. Kuluminen ja deformoitumisen summakäyrät profiilimittausten mukaan.



1) Vuoden 1984 deformaatio arvioitu edellisen vuoden 1983 perusteella.

Kuva 13. Kuluminen ja deformaation summakäyrät oikolautamittausten mukaan.

Vaikka eri täytejauheiden välillä ei muuten suuria eroja ollutkaan, emäksistä kalkkia käytettäessä kuluminen oli 10 % vähäisempää kuin vertailuosuudella. Hyvän tuloksen katsottiin johtuneen sideaineen ja kiviaineksen välisen tartunnan paranemisesta; emäksinen kalkki lisäsi myös massan lujuutta. Työtekniesten seikkojen takia ei yksinomaan emäksisen kalkin käyttöä täytejauheena kuitenkaan suositeltu. Syklonipölyn ja kuparikuonan käyttöä ei kannatettu.

Päällyste, jonka runkoaineena käytettiin LD-teräskuonaa, kului 29 % vähemmän kuin vertailuosuus. Tulos johtui kuonarakkeen mekaanisista tartuntaominaisuuksista, joiden takia päällysteen pinnasta myös tuli hyvin sileä. Teräskuonaosuuden kitka olikin melko pieni.

Koepäällysteiden deformaation deformaatio oli suurimmillaan ensimmäisenä syksynä ja seuraavana kesänä. Kokonaisuramuodostumisessa kuluminen oli kuitenkin selvästi hallitseva, sillä oikolautamittausten mukaan deformaation osuus oli 25 % ja kuluminen 75 %. Silloin deformaatioon laskettiin mukaan myös alkutiivistymä.

Päällysteiden vauriot olivat alustasta heijastuneita poikki- ja pitiushalkeamia, harvuutta, purkautumia, reikiä ja puhkikulumia. Useimmat harvat kohdat, purkautumat ja näistä johtuneet reiät olivat rakeisuuslajittumakohdissa, jotka aiheutuivat joko työtekniikasta,

massan raaka-aineista tai suhteituksesta. Massan valmistusta ja sekoitusta valvottiin, mutta kuormausta massasiilosta ja levitystä ei ollut sovittu tehtäväksi samalla tavalla. Siksi työtapa eri osuuk-silla saattoi vaihdella, mikä puolestaan vaikeutti tutkittujen raaka-aineiden ja päällysteiden keskinäisten erojen luotettavaa arviointia.

Sideaineen optimipitoisuuden saavuttamiseksi suositeltiin emakko-suhteitusten sekä sideaineen ja kiviaineksen välisten tarttuvuusko-keiden tekemistä ennen päällystystyötä.

Päätelmät

Sideaineella B-120 tehdyt osuudet kuluivat vähiten. Bitumia B-65 ei suositeltu lisääntyneen kuluminen vuoksi vilkasliikenteisille ajora-doille. Neuvostoliittolainen bitumi (osuus 4) kului 17 % saudia-ra-bialaista bitumia (osuus 5) enemmän, joten saudiarabialaisen bitumin tai sen ja neuvostoliittolaisen bitumin seosta (seossuhde 1:1) käyt-tää suositeltiin.

Erilaisia täytejauheita käytettäessä kulumiseroja ei ollut tavalli-seen kalkkikivijauheeseen verrattuna. Enäksinen kalkki oli poikkeus, jota käytettäessä kuluminen väheni 10 % vertailuun nähden.

Lähteet

- /61/ Mäminen, Esa, Nurmijärven päällystekoetie v. 1979-1983. Espoo 1984, VTT, tutkimuksia 302. 47 s.
- /62/ Mäminen, Esa, Nurmijärven päällystekoetie v. 1979. Espoo 1986, VTT, tutkimuksia 400. 50 s.
- /66/ Mäminen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikemmelaboratorio, tutkimusselostus 186. 60 s.
- /67/ Mäminen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikemmelaboratorio, tutkimusselostus 231. 22 s.
- /68/ Mäminen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikemmelaboratorio, tutkimusselostus 289. 48 s.
- /69/ Mäminen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikemmelaboratorio, tutkimusselostus 350. 40 s.

2.19 FERROKROMIKUONAN KÄYTTÖ ASFALTTIPÄÄLLYSTEESSÄ /57, 58, 60/ (Kuona runkoaineena)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilussa verrattiin tavanomaista päällystettä asfalttibetoniin, jonka runkoaineena käytettiin Outokumpu Oy:n Tornion jaloterästeh-taan ferrokromikuonaa. Koe- ja vertailuosuuksilla seurattiin urautu-

mista, kitkaa ja tasaisuutta sekä tehtiin vauriokartoitukset.

Sijainti

Koetie rakennettiin valtatielle 21 Tornioista pohjoiseen Ala-Vojakkalan ja Yli-Vojakkalan välille. Koeosuuden pituus oli 0.4 km.

Koeosuudet

1. AB 20 vertailupäällyste
2. AB 20 ferrokromipäällyste

Toteutusaika

Koepäällyste rakennettiin 22.-23.8.1979. Heti päällystämisen jälkeen ja myöhemmin samana syksynä tehtiin paksuus-, profilometri-, kitka- ja tasaisuusmittaukset sekä sahattiin segmenttiviirut kulumisen seuraamiseksi. Seurantamittaukset tehtiin vuosina 1980 sekä 1982. Mittaukset lopetettiin vuonna 1986.

Tutkimusprojektin organisaatio

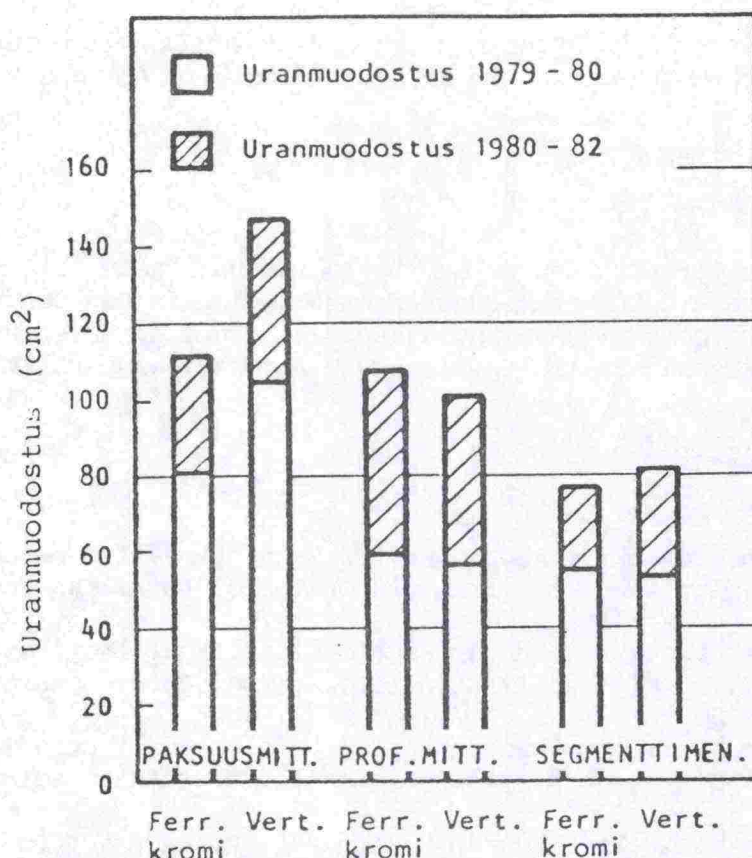
Outokumpu Oy tilasi tutkimuksen VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolta 1.11.1979. Koepäällysteen rakennutti TVL:n Lapin piiri, ja urakoitsija oli Pohjolan Päällyste Oy. VTT suhteitti massat, vastasi materiaalitutkimuksista ja teki kulutusajot koeradalla. Tutkimuksen seurantar ryhmään kuuluivat edellä mainittujen yhteisöjen (Pohjolan Päällystettä lukuunottamatta) ja TVH:n edustajat.

Tulokset

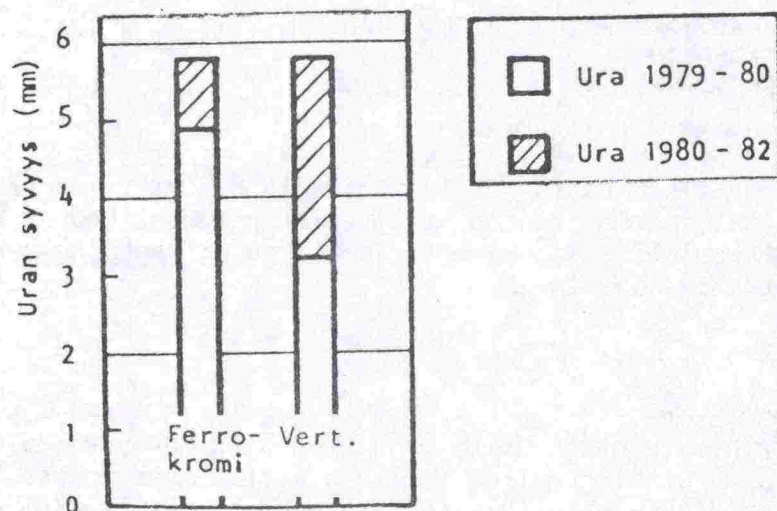
Koepäällysteiden rakentaminen onnistui melko huonosti. Sideainetta käytettiin liikaa, ja massamäärä oli päällystystyön alussa liian pieni. Alusta oli tasattu liian karkealla massalla.

Tasaisuusmittauksissa ei osuuksien välillä ollut eroa. Ferrokromiasfaltin kitka oli hieman normaalipäällysteen kitkaa suurempi. Ferrokromipäällyste oli urautunut hieman vähemmän kuin vertailupäällyste. Ferrokromipäällysteen hintaa nosti sen normaalia suurempi sideainepitoisuus.

Alustan painuminen hankaloitti luotettavien kulumismittausten tekemistä. Paras käsitys urautumisesta saatiin segmenttimenetelmällä, johon alusrakenteen liikkeet eivät vaikuttaneet. Heti päällystämisen jälkeen syntyneiden urien suuruuksia ei saatu selville, koska uudelle päällysteelle ei tehty oikolautamittauksia.



Kuva 14. Koepäällysteiden urautuminen 1979-82 paksuus-, profiili- ja segmenttimittausten mukaan.



Kuva 15. Koepäällysteiden uransyvyys 1979-82 mitattuna 2 m oikolaudalla. Oikolautamittausten alkumittauksia ei tehty, joten uudelle päällysteelle mahdollisesti syntynyt ura vaikuttaa tulokseen.

Urakoitsijan kalusto oli luvattoman heikkoa vaativan kokeilun suoritukseen. Liian karkean tasausmassan käytön lisäksi työ oli muutenkin melko huonoa.

Päätelmät

Vuosien 1980-82 kulumistulosten mukaan ferrokromipäällyste oli urautunut hieman vähemmän kuin vertailupäällyste. Kummankin osuuden vauriot olivat lähinnä poikki- ja pituushalkeamia. Sideaine kovettui ferrokromipäällysteessä samalla tavalla kuin normaalissa asfalttibetonissa.

Lähteet

- /57/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 189. 22 s.
- /58/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 227. 9 s.
- /59/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 349. 13 s.
- /60/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tiedotteita 801. 22 s.

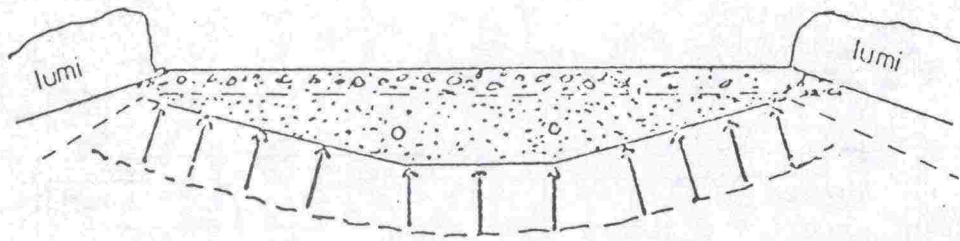
2.20 ROUDAN AIHEUTTAMA PITUUSHALKEAMA /11/

Tutkimuksen tavoite

Tutkimus oli osa TVL:n Lapin piirin vuonna 1978 aloittamaa kehittämis- ja tutkimustoimintaa roudan aiheuttaman pituushalkeaman estämiseksi. Tavoitteena oli saada syventävää tietoa pituushalkeaman synnystä ja sen ehkäisemisestä.

Sijainti

Pituushalkeamainventointi tehtiin kantatiellä 79 Rovaniemi-Sinettä ja kantatiellä 83 Sinettä-Pello. Teiltä otettiin myös näytteitä sekä vaurioituneilta että vaurioitumattomilta kohdilta. Valtatielle 21 (Tornionjokivarrentie) tehtiin koeosuuksia perusparamnustyon yhteydessä.



Kuva 16. oletettu jäätymisrintama maalaatikon alusrakenteessa.

Koeosuudet

Valtatielle 21 tehtiin kahdenlaisia koeosuuksia: porrastettuja solumuovialueita ja maalaatikkoalueita. Osuudet olivat Kaulinrannassa ja Juoksengissa, ja niiden rimmalla tarkkailtiin vertailualueita, jotka olivat tyypillisiä perusparamusrakenteita.

Toteutusaika

Koeosuudet rakennettiin vuosina 1979 ja 1980.

Tutkimusprojektin organisaatio

Raportin tekki Jaakko Heikkilä diplomityönään Oulun yliopistossa. Toimeksiantaja oli TVL:n Lapin piiri.

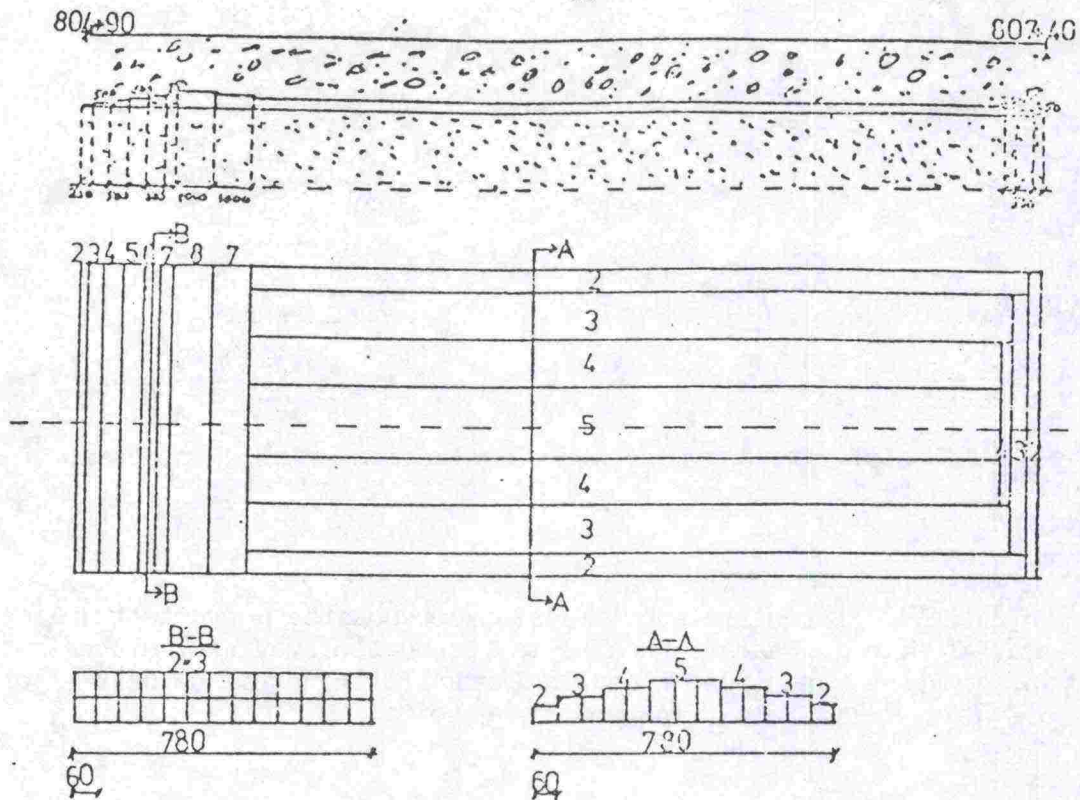
Tulokset

Kartoitettujen teiden pituushalkeamat olivat tien keskellä 0-100 cm ja reunoilla 5-100 cm leveitä, ja syvyydeltään ne yleensä yltivät alusrakenteeseen. Lapin piirin alueella inventoitiin 543.9 km teitä, jolla matkalla pituushalkeamaa oli 26.5 %. Liikenteelle haitalliseksi arvioitiin 10.9 % kokonaispituudesta.

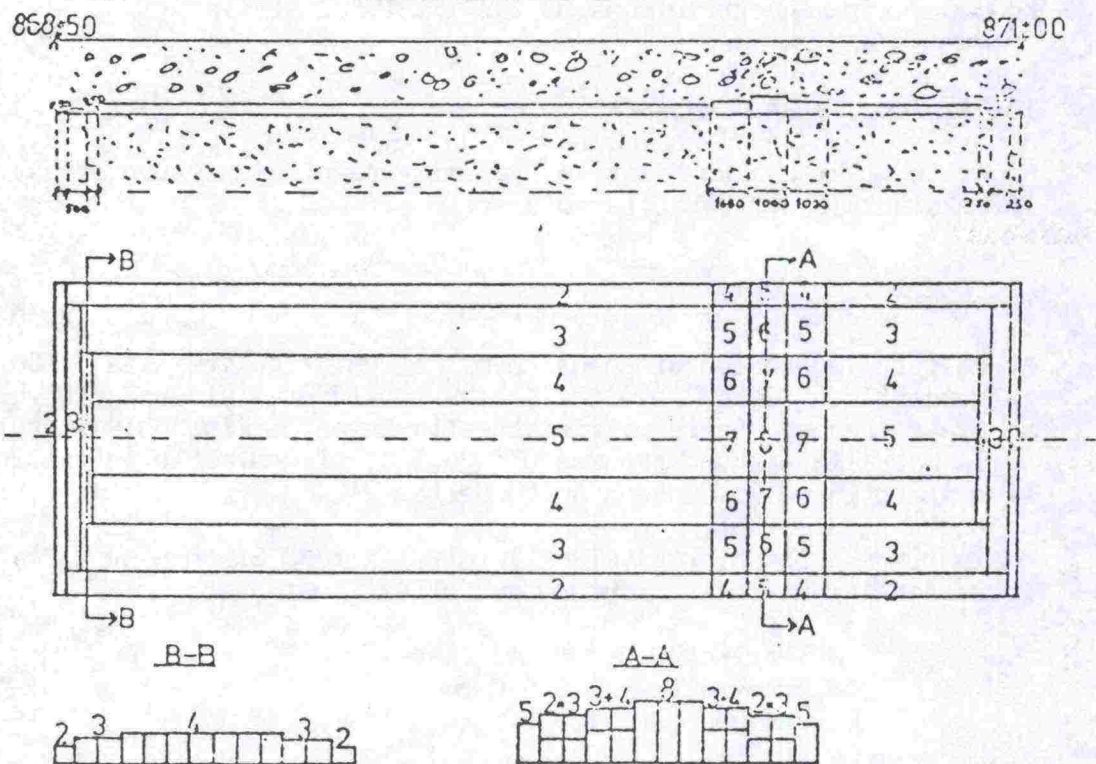
Maalaatikon eristehiekka vaikutti talvella 1980-81 noin puoli metriä routarajaa alentavasti. Routanousut olivat seuraavat:

- maalaatikot 0.0-5.0 cm
- solumuovialueet 0.0-4.0 cm
- vertailuosuudet 1.0-7.5 cm

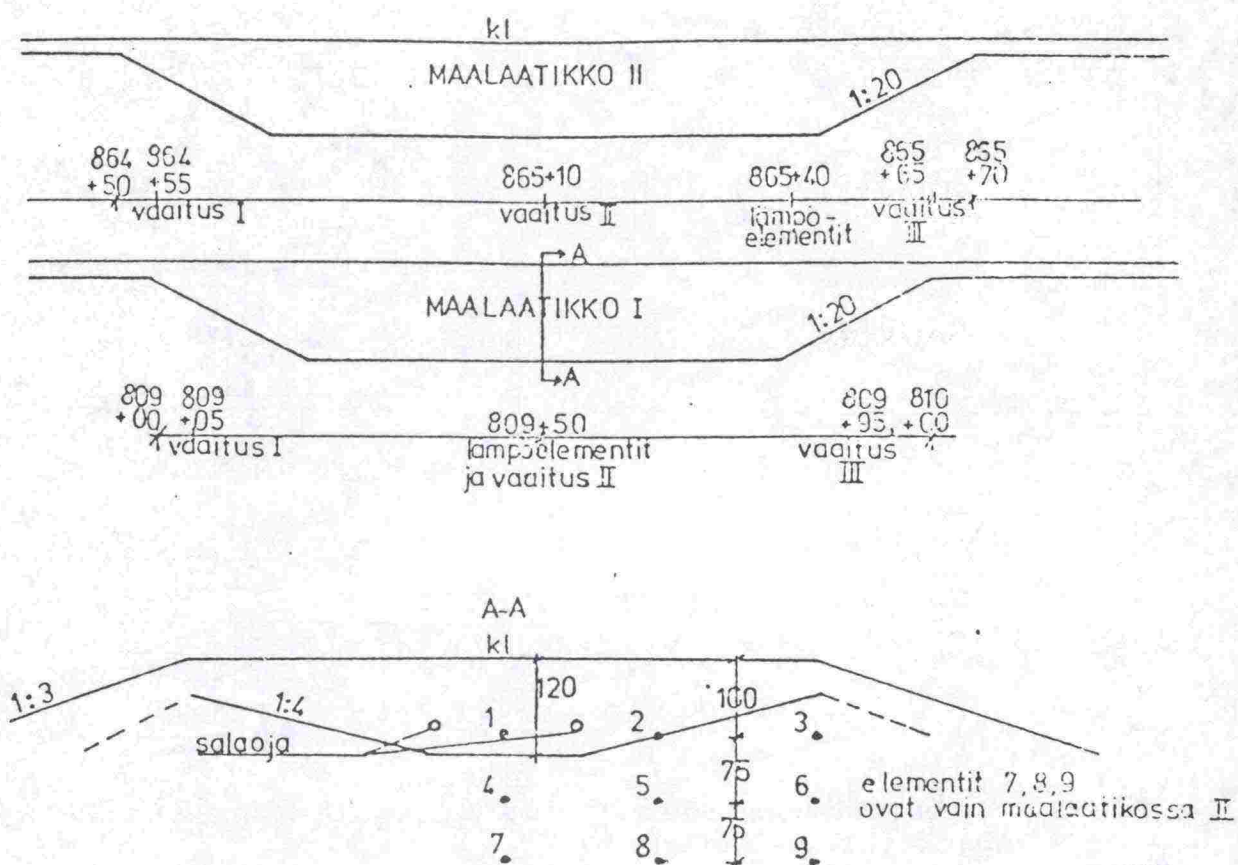
Vertailussa 1.2 m syvyinen maalaatikko oli solumuovialueita edullisempi, kun eristehiekan ajomatka oli alle 22 km. Noin 2 m syvyinen



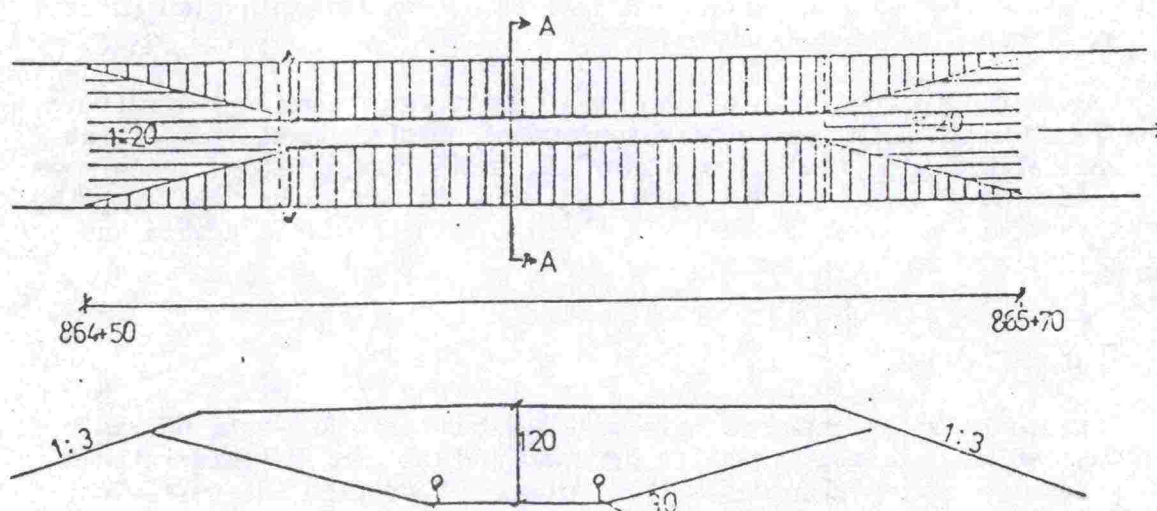
SOLUMUOVIALUE II



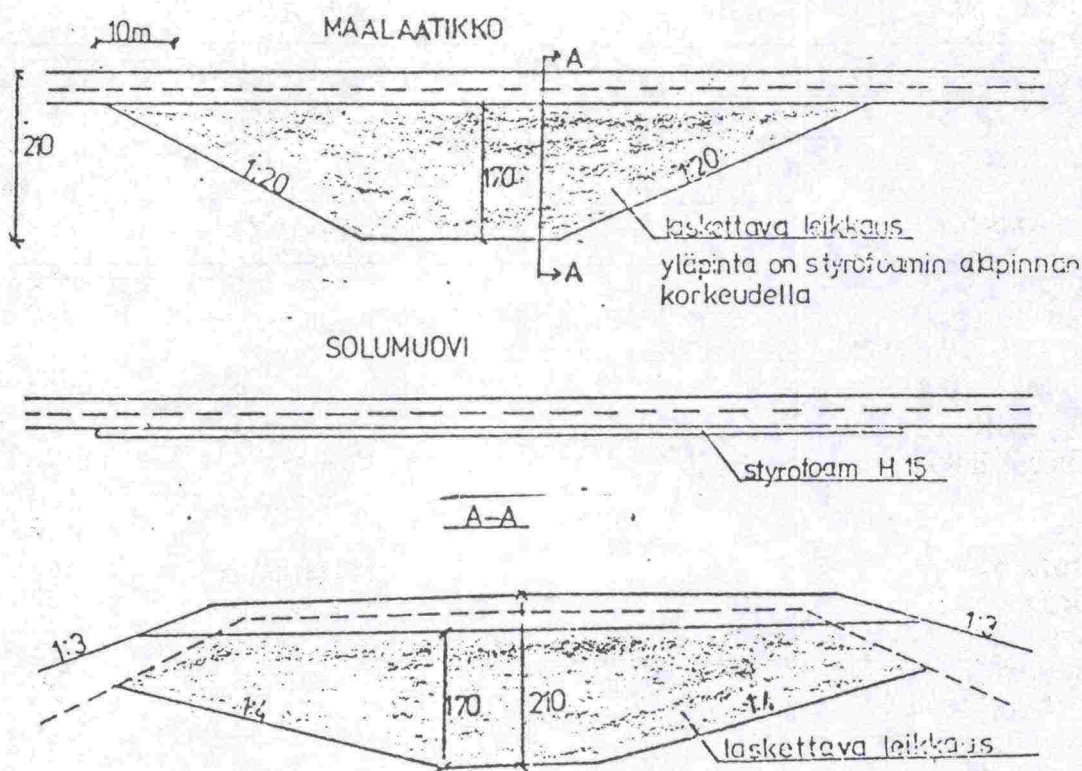
Kuva 17. Solumuovialueiden asemukset. Pituusleikkaukset, tasokuvat sekä leikkaukset A-A ja B-B.



Kuva 18. Maalaatikoiden pituusleikkaukset sekä poikkileikkaus A-A.



Kuva 19. Salaojaputkien sijainti maalaatikossa.



Kuva 20. Pituusleikkaukset solumuovialueesta ja sitä vastaavasta maalaatikosta, leikkaus A-A.

maalaatikko oli aina kalliimpi kuin solumuovialue.

Solumuovien käytössä herättivät kysymyksiä kantavuus, syksyinen ja keväinen tien pinnan jäätyminen sekä rakenteen toiminta ajan kuluessa (lähinnä kosteuden kesto).

Routamittarin todettiin olevan hyvä lämpötilamittausten kontrolloinnissa. Mittauksia ehdotettiin tehtäväksi ohjelmoidusti. Lämpötilat ehdotettiin sidottaviksi pakkasmäärä-lumimääräkäyrästä, johon myös roudan syvyysarviot yhdistettäisiin. Alueiden kantavuskehityksestä katsottiin saatavan luotettavia tietoja vain talvi- ja kevätaikaisilla levykuormituskokeilla.

Päätelmät

Pituushalkeamien ehkäisymenetelmäksi ehdotettiin kevyesti porrastettuja solumuovialueita, joilla pyritään pelkästään jäätymisrintaman tasaamiseen alusrakenteessa. Menetelmällä todettiin säästettävän 30-50 % kustannuksista normaalirakenteeseen verrattuna. Toisena ratkaisuna esitettiin matalan maalaatikon käyttöä. Jäätymiskuvion tasaamista tieluiskien aurauksella pidettiin myös mahdollisena. Lisäk-

si katsottiin tarvittavan tuotekehitystä kotimaisen ja halvan eristemateriaalin löytämiseksi. Tällaista eristettä voitaisiin käyttää kaikilla routivilla alueilla, ja materiaalin suuri menekki pitäisi sen himman alhaisena.

Lähteet

/11/ Heikkilä, Jaakko, Roudan aiheuttama pituushalkeama. Oulu 1982, Oulun yliopiston rakentamistekniikan osasto, diplomityö. 79 s.

2.21 KUUMENNUSPINTAUSTUTKIMUS VUONNA 1980 /34, 122/

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää eri kuumennuspintauskoneiden kuumennusvaikutusta, pintauksen ominaisuuksia uutena sekä päällysteiden kulutuskestävyyttä. Varsinaisesti ei päällystekoetietä rakennettu, vaan tutkimuksessa seurattiin pääasiassa vuosina 1978 ja 1980 TVL:n päällystekohteissa tehtyjä kuumennuspintauksia.

Sijainti

Vuoden 1978 kohteet olivat TVL:n Uudenmaan, Turun, Hämeen, Kymen, Kuopion, Oulun ja Lapin piireissä. Työkohteita oli 34, ja niiden yhteispituus oli noin 260 km. Vuoden 1980 kohteet olivat Uudenmaan, Turun, Kymen, Kuopion, Vaasan ja Oulun piireissä. Kohteita oli 26, yhteispituudeltaan noin 226 km.

Tutkimusprojektin organisaatio

Selvityksen toimeksiantaja oli TVH:n tienrakennustoimisto. Tutkimus tehtiin VTT:n tie- ja liikennelaboratoriossa. Kohteet rakennettiin osittain piirien, osittain urakoitsijoiden työnä.

Toteutusaika

Tutkimus tehtiin vuosien 1978 ja 1980 kuumennuspintauksia tehtäessä sekä niiden jälkeen päällysteitä seuraamalla.

Tulokset

Kitka oli normaali uudelle päällysteelle. Mittausten mukaan kuumennuspintausten kulutuskestävyys oli yhtä hyvä samalla maksimiraekoolalla tehdyn asfalttibetonin kanssa. Tutkimuksessa tosin seurattiin

vain vuoden ja kahden vuoden ikäisten päällysteiden kulumista. Pienillä liikennemäärillä kuumennuspintaaukset näyttivät kuluvan normaalipäällysteitä vähemmän.

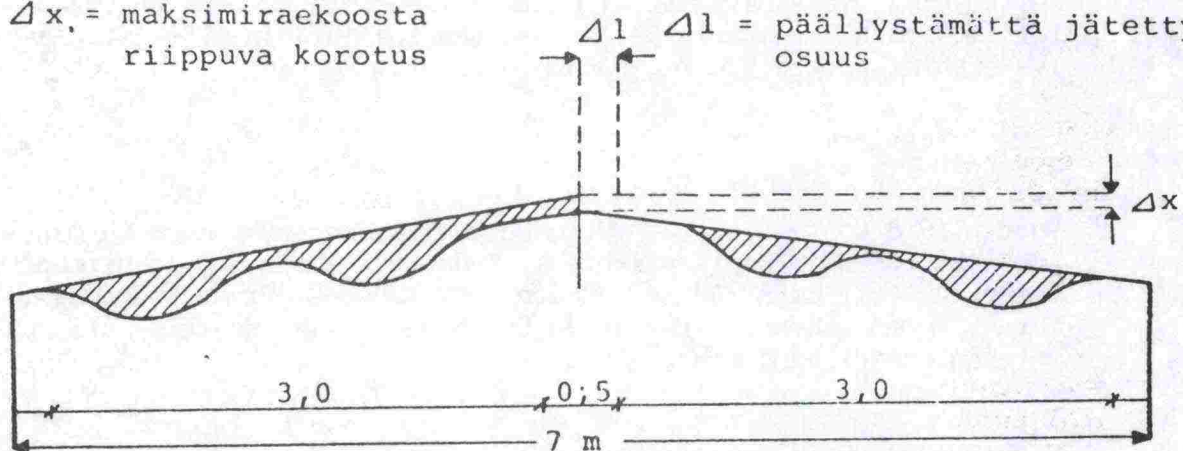
Työteknisesti kuumennuspintaauksen onnistumista voidaan hyvin arvioida pintaauksen poikkiprofiilin perusteella. Osassa töistä todettiin alustan lämpötilavaatimusten alituksia, jotka aiheuttivat kivien rikkoutumista, huonoa tartuntaa vanhan ja uuden massan välillä sekä epäonnistuneita saumoja. Lämpötilan mittaaminen luotettavasti oli hankalaa ja jopa vaarallista. Lämpötilavaatimuksen (70–110 °C 15 mm syvyydessä) saavuttamiseksi kuumennuksen nopeuden olisi pitänyt olla 4.5–5.0 m/min, kun se yleensä oli 7.0–9.1 m/min. Tavallinen asfalttibetonilaatta tehdään urautuneelle tai kantavuudeltaan vaurioituneelle tielle. Kuumennuspintausta voidaan tehdä ainoastaan teille, joiden kantavuus on riittävä.

Keskisauma vedetty yhteen

Keskisauma jätetty auki

Δx = maksimiraekoosta riippuva korotus

Δl Δl = päällystämättä jätetty osuus



Kuva 21. Kuumennuspintaauksen poikkileikkaus, kun keskisauma on vedetty yhteen ja kun keskisauma on jätetty auki.

Päätelmät

Poranäytteiden mukaan tyhjätilat, sideainepitoisuudet ja rakeisuuden läpäisyarvot olivat samanlaiset kuin normaaleissa vertailupäällysteissä. Sen sijaan tasaisuudessa ei kuumennuspintaauksella päästy aivan yhtä hyviin arvoihin.

Lähteet

/34/ Kurki, Reiho & Sistonen, Matti, Kuumennuspintaustutkimus. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 273. 53 s.

/122/ Sistonen, Matti, Asfalttibetonin korjaaminen kuumennuspintaauksella. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimus-
musselostus 190. 51 s.

2.22 VALUASFALTTIPÄÄLLYSTEIDEN KULUMIS- JA DEFORMAATIO TUTKIMUS MANNERHEIMINTIELLÄ /52/ (Valuasfaltti, Sipernat, Trinidad Epure)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla selvitettiin sideaineen ja siinä käytettävien lisäaineiden merkitystä valuasfaltin deformatumiseen. Trinidad-luomonaasfaltin ja puhalletun bitumin lisäksi kokeiltiin Sipernat-täytejauhetta, joka on valmistettu piidioksidista (SiO_2) vaahdotusmenetelmällä.

Sijainti

Koepäällysteet rakennettiin Mannerheimintielle pohjoiseen menevälle bussikaistalle välille Topeliuksenkatu-Lehtikuusentie.

Koeosuudet

1. Normaali valuasfaltti
2. Sipernat 22 -lisäys
3. Trinidad Epure -lisäys
4. Puhallettu bitumi

Kutakin koepäällystettä rakennettiin kaksi osuutta.

Toteutusaika

Koeosuudet rakennettiin kesällä 1980. Paksuus- ja profiilimittaukset tehtiin päällysteiden valmistuttua 7.8.1980 sekä 14.10.1980, 18.5.1981, 13.10.1981, 5.5.1982 ja 26.10.1982, jolloin osuukien seuranta lopetettiin.

Kaistalla tehtiin 20.1.1983 myös bussilaskenta, jossa selvitettiin kaistan raskaiden ajoneuvojen määrä, liikennevaloihin pysähtyvien ajoneuvojen määrä sekä jonossa seisovien ajoneuvojen määrä.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen tilasi HKR. Tutkija oli VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Koepäällysteiden deformaation oli niin voimakasta, että päällysteen alle asetetuista folioista suurin osa särkyi jo kesän 1980 aikana. Siksi deformaatiota voitiin tarkastella ainoastaan pintaprofiilimittausten avulla.

Valtaosa deformaatiosta tapahtui kesäaikana. Toinen normaaleista valuasfalttiosuuksista deformoitui kaikkein eniten. Sipernat-osuudet deformoituiivat keskimääräistä vähemmän.

Myös tarkasteltaessa sekä kulumista että deformaatiota normaali valuasfaltti urautui Sipernat- ja Epure-osuuksia enemmän.

Päätelmät

Sipernat 22-lisäys sideaineessa vähensi valuasfaltin deformaation. Saman suuntaisesti vaikutti myös Trinidad Epuren ja puhalletun bitumin käyttö sideaineena.

Lähteet

/52/ Lampinen, Anssi & Laitinen, Leena, Valuasfalttipäällysteiden kulumis- ja deformaatiotutkimus Mannerheimintieellä. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 3 s.

2.23 TERÄSTEOLLISUUDEN KUONIENTEN KÄYTTÖ TIENPÄÄLLYSTEISSÄ /70, 71/ (Teräskuona päällysteen runkoaineena)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa selvitettiin terästeollisuuden kuonien käyttöä päällysteen runkoaineena. Käytetyt kuonat saatiin Ovako Oy Ab:n Imatran terästehtaalta ja Rautaruukki Oy:n Raahen rautatehtaalta.

Sijainti

Asfalttibetonikoetie tehtiin TVL:n Kymen piirin alueelle Valtatielle 6 Imatralle. TVL:n Oulun piirin alueelle maantielle 806 Rantsilaan tehdyllä osuudella kokeiltiin öljysorapäällystettä.

Koeosuudet

Valtatie 6:

Teräskuonapäällyste:	Hiekka	10 %
	Teräskuona 0-8 mm	30 %
	Teräskuona 2-8 mm	30 %
	Teräskuona 8-20 mm	30 %
	Sideainepitoisuus	6.5 %

Vertailupäällyste:	Kalkkikivitäytejauhe	5 %
	Murskesora 0-20 mm	95 %
	Sideainepitoisuus	5.8 %

Maantie 806, tieosa 05 Isokylä-Savaloja:

Teräskuonaöljysorapäällyste:

Teräskuona 0-8 mm	50 %
Teräskuona 8-20 mm	50 %
Sideainepitoisuus	3.5 %

Vertailuöljysorapäällyste:

Murskesora 0-20 mm	100 %
Sideainepitoisuus	3.4 %

Toteutusaika

Koetiet rakennettiin syyskuussa 1980. Päällysteille tehtiin jälki-tarkastukset saman syksyn aikana. Asfalttibetonikoetietä seurattiin vuoteen 1981 asti, öljysoran seuranta jatkui vuotta pitempään.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilu tehtiin PANK:n aloitteesta. Mukana olivat TVH, Ovako Oy Ab, Rautaruukki Oy ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Kuona-asfalttibetoni vaati sideainetta 0.7 % tavallista päällystettä enemmän, ja se nosti kuonapäällysteen hintaa 7 %. Toisaalta kalkkikivitäytejauhetta ei tarvittu, mikä alensi hintaa noin 3 %.

Suuren tiheyden vuoksi kuonamassaa levitettiin 10 kg/m² enemmän kuin vertailumassaa, jotta saatiin molemmille osuuksille sama laatan paksuus. Jyrättäessä todettiin kuonamassan tiivistyvän nopeasti.

Öljysorakoetiella oli aluksi vaikeuksia sopeuttaa normaalia kiviainesta raskaamman LD-teräskuonan syöttöä sideainesyötön tahtiin sopi-

vaksi. Päällyste tiivistyi nopeasti ja oli pinnaltaan tasainen ja kiinteä.

Päätelmät

Imatralla tehty teräskuonapäällyste alkoi vuoden aikana purkautua. Sähköteräskuonaa ei katsottu voitavan käyttää asfalttibetonin runkoaineena sellaisenaan.

Vuoden ikäisenä Raahen öljysorapäällyste oli hyvässä kunnossa. Kahden vuoden kuluttua päällystyksestä kuonaosuudella huomattiin poikki-, pituus- ja verkkohalkeamia, joita vertailuosuudella ei ollut.

Lähteet

- /70/ Manninen, Esa, Terästeollisuuden kuonien käyttö tienpäällysteessä. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimuslous 234. 22 s.
- /71/ Manninen, Esa, Terästeollisuuden kuonien käyttö tienpäällysteessä. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimuslous 377. 30 s.

2.24 ASFALTTIPÄÄLLYSTEEN POIKITTAISHALKEAMISTA MATALISSA LÄMPÖTILLOISSA /73/ (Heijastushalkeamien ehkäisy)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa selvitettiin asfalttipäällysteeseen poikittais- halkeilun syitä. Erityisesti kiinnitettiin huomiota matalissa lämpötiloissa tapahtuvaan päällysteeseen kutistumishalkeiluun. Kenttätutkimusten lisäksi tehtiin halkeamien korjauskokeilu, jossa pyrittiin ehkäisemään vanhojen halkeamien heijastuminen uuteen päällysteeseen.

Sijainti

Kenttätutkimuskohteeksi valittiin valtatie 4 Haukiputaalla TVL:n Oulun piirin alueella, koska alueella oli erittäin paljon poikittais- halkeamia. Toisena kohteena oli TVL:n Lapin piirin alueella tieosuus Kemi-Ajoksen satama, jonka halkeamamäärä oli hyvin pieni.

Poikkihalkeamien korjauskokeilu tehtiin valtatielle 4 välille Haukipudas-Ii osuuden uudelleen päällystämisen yhteydessä.

Koeosuudet

Vanhoja halkeamia korjattiin kolmella tavalla: asettamalla halkeama-kohtaan teräsverkko, laittamalla halkeamaan lasikuitukangas sekä paikkaamalla sauma kiinni ennen uutta päällystettä. Lisäksi kartoitettiin halkeamakohtia, joille ei tehty lainkaan korjaustoimia. Kaikkiaan tiedossa oli 19 vanhan halkeaman sijainti.

Toteutusaika

Kenttätutkimukset ja korjauskokeilu tehtiin vuonna 1981. Korjattuja kohtia tarkkailtiin talvella 1981-82. Seurannan suunniteltiin jatkuvan vuoteen 1984 saakka, mutta ensimmäisen talven tulosten takia tarkkailua ei tarvinnut jatkaa vuoden 1982 jälkeen.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen teki Oulun yliopistossa diplomityönään Kari Martiskainen professori Aulis Ukkosen valvomana. Yhteistyössä oli mukana myös TVL:n Oulun piiri.

Tulokset

Halkeiluun vaikutti bitumin kovettuminen. Poikittaishalkeilua matallissa lämpötiloissa rajoitti mahdollisimman pehmeän bitumin valinta. Silloin oli kuitenkin huomioitava kesäkauden vaikutus päällysteen stabiliteettiin. Oulun piirin käyttämä B-120 tuntui olevan liian kovaa. Bitumin B-200 tai jopa B-250 käyttöä suositeltiin harkittavaksi. Puhallettujen bitumien käyttö joko yksinään tai osana sideainetta näytti vähentävän päällysteen halkeilua.

Kenttätutkimuksen mukaan Haukiputaan ja Ajoksen vertailukoealueiden päällysrakenteissa oli eroja. Haukiputaalla eristyskerros ja jakava kerros eivät kaikilta osiltaan täyttäneet suunnittelunormien vaatimuksia. Päällys- ja alusrakenteen ominaisuuksilla ja poikittaishalkeilulla näytti olevan selvä yhteys. Jos päällysteen halkeamakohtia ei paikattu säännöllisesti, tien rakenne vaurioitui sään ja liikenteen takia. Tien pituussuuntainen profiili muotoutui voimakkaasti tien reunaosissa avonaisten halkeamien kohdilla.

Tarkastuksessa 25.11.1981 korjauskokeiluosuuksien todettiin olleen muutaman viikon pakkaskauden jälkeen erinomaisessa kunnossa. Joulukuun 1981 ja tammikuun 1982 olivat Oulun seudulla kylmät. Toisella tarkastuskäynnillä 14.1.1982 todettiin kaikkien halkeamien, niin korjattujen kuin sellaisinaan päällystettyjenkin haljerneen tarkalleen vanhassa päällysteessä olleiden halkeamien kohdilta.

Korjaustoimet eivät siis vähentäneet heijastushalkeilua. Halkeamat Haukiputaan koealueella olivat kuitenkin vanhoja, syviä ja muotoutu-

neita. Nykyisen kaltaisen uudelleenpäällystyksen todettiin kokeilun perusteella olevan kannattamatonta halkeamien pahoin vaurioittamilla teillä.

Päätelmät

Vanhat päällystekerrokset tulisi kokonaan poistaa ennen uutta päällystystyötä, kun halutaan hyvä lopputulos. Tällöin voitaisiin esimerkiksi käyttää recycling-menetelmää. Samalla olisi päällysrakenteen yläosa tiivistettävä uudelleen. Edellistä halvempaa ratkaisuna suositeltiin uuden levitettävän päällystekerroksen paksuntamista ja nykyistä pehmeämmän bitumin käyttämistä heijastushalkeilun vähentämiseksi.

Lähteet

/73/ Martiskainen, Kari, Asfalttipäällysteen poikittaishalkeamista matalissa lämpötiloissa. Oulu 1982, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos, julkaisu 40. 90 s.

2.25 KUONAPÄÄLLYSTEKOETIE 1981 /132, 147/
(Teräskuona ja masuunikuonajauhe asfalttibetonissa)

Tutkimuksen tavoite

Kokeen tarkoitus oli selvittää teräskuonan (runkoaine) ja masuunijauheen (täytejauhe) soveltuvuutta asfalttibetonipäällysteeseen. Tarkasteltavina olivat kulutuskestävyys, kitka eri vuodenaikoina sekä kuonapäällysteen työtekniikka.

Sijainti

Kokeilu tehtiin TVL:n Oulun piirin alueella kantatielle 88 välille Saloinen-Honganpalo Raahen kaupunkiin.

Koeosuudet

1. Luomonkiviaines (ms 0-20 mm, hiekka ja kalkkikivijauhe)
2. Teräskuona (lajitteet 0-8 ja 8-20 mm, kalkkikivijauhe)
3. Teräskuona (lajitteet 0-8 ja 8-20 mm, masuunikuonajauhe)

Koetien pituus oli noin 750 m. Tieosan KVL oli 1800.

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin 15.-17.6.1981. Päällysteille on tehty jälkitarkastuksia (viimeksi vuoden 1987 elokuussa). Seuranta jatkuu edelleenkin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Rakennuttaja oli TVL:n Oulun piiri ja urakoitsija Oy Viarecta Ab. Piiri ja VIT:n tie- ja liikemelaboratorio tekivät tutkimuksia päällysteille. Rautaruukki Oy toimitti teräskuonan ja masuunikuonajauheen. TVH valvoi koetta.

Taulukko 3. Materiaalit ja ohjearvot.

Materiaalit	Koeosuus	1. Luonnon- aines %	2. Teräs- kuona %	3. Teräs- kuona %
<u>Kiviaines</u>				
Murskesora	0-20 mm, Viitajärvenkangas	88,5		
Teräskuona	0-8 mm, Rautaruukki Oy		50,0	50,0
"	8-20 mm, "		44,0	45,0
Hiekka	0-1 mm, KTK Raane	7,0		
<u>Sideaine</u> (bitumilaji)				
B-120	Neste Oy, Oulu	5,2	5,5	5,5
<u>Täytejauhe</u>				
Kalkkikivi	jauhe, Rauma-Repola Kalkkimaa	4,5	6,0	
Masuunikuona	jauhe, Rautaruukki Oy			5,0

Rakeisuuden ohjearvot olivat: seula 0,074 mm 9,0 %, seula 4 mm 45 % ja seula 12 mm 75 % (osuudella 1 74 %)

Tulokset

Koealue oli suoralla, tasaisella tieosalla lukuunottamatta 1. osuutta, joka rakennettiin pääasiassa mäkikohtaan. Tämän katsottiin mahdollisesti vaikeuttavan päällysteen kestävyys arviointia verrattuna muihin osuuksiin. Kuonapäällysteiden tekeminen ei poikennut normaalista asfalttibetonista. Kuonamassojen pinta oli avoimen näköinen. Kuonamassasta noussut höyry ärsytti työn aikana levitystyöntekijöiden huulia ja kurkumpäitä.

Elokuussa 1987 tehdyssä tarkastuksessa todettiin kaikkien osuuksien

olevan tyydyttävässä kunnossa.

Päätelmät

Kuonamassasta kyettiin tekemään päällystettä, joka ainakin koetien liikennemäärillä toimi normaalisti. Kuonapäällysteen valmistuksessa oli kiinnitettävä huomiota sideainepitoisuuden oikeaan valintaan ja huolelliseen tiivistystyöhön.

Lähteet

- /132/ Terästeollisuuden kuonat ja niiden käyttö erityisesti tiepäällysteissä. Helsinki 1981, PANK, TVH 731614. 62 s.
- /147/ Ylä-Rautio, Matti, Kt 88 Saloinen-Honganpalo valvontaselostus ja tarkastusmittaus. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 11 s.

2.26 ASFALTTIPÄÄLLYSTEKOETIE VALTATIELLÄ 4-5 MÄNTSÄLÄSSÄ VUONNA 1981
/35, 37, 63, 65/
(Päällysteen kulutus- ja deformaatiokestävyys)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilun tarkoitus oli selvittää samanaikaisen sideainepitoisuuden ja tyhjätilan vaihtelun, bitumien B-45, B-80 ja B-120 käytön, Trinidad-asfaltin käytön lisäaineena, sementin ja hydraattijauheen (kalkkikivi, johon on sitoutunut kemiallisesti vettä) käytön täytejauheenä sekä jyrkkäkäyräisen ja vettä läpäisevän asfalttibetonin käytön vaikutuksia päällysteiden kulutus- ja deformaatiokestävyyteen. Koetien tuloksia verrattiin myös Neste Oy:n ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorion koerata-ajojen tuloksiin.

Lisäksi tutkittiin karkeutetun päällysteen kulumis- ja deformaatiokestävyyttä ja liikenneteknisiä ominaisuuksia sekä erilaisten karkeutuskiviainesten käyttäytymistä. Osalla koepäällysteistä tutkittiin bitumiin lisätyn tartukkeen vaikutusta päällysteen kestävyys- ja vaurioiden syntymiseen.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin valtatie 4-5 tieosille 109 ja 110 välille Sotakylä-Mäntsälä Mäntsälän kuntaan. Osuuksia oli 21, ja niiden yhteispituus oli 5250 m. Koealueen KVL oli 7290 vuonna 1980.

Koeosuudet

1. Vertailu, B-80 S 5.1 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
2. B-80-S 5.6 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 1.5 %
3. B-80-S 4.6 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 5.0 %
4. B-45-S 5.2 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
5. B-120-S 5.0 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
6. B-80-S 4.1 % ja Trinidad 2.0 %, kalkkikivi 2.0 % (+1.0 %), tyhjätila 3.0 %
7. B-80-S 5.1 %, hydraattipitoinen kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
8. B-80-S 5.1 %, sementtijauhe 3.5 %, tyhjätila 3.0 %
9. Jyrkkäkäyräinen, B-80-S 4.8 %, kalkkikivi 11.0 %, tyhjätila 3.0 %
10. Avoin, B-80-S 4.0 %, kalkkikivi 1.0 %, tyhjätila 20.0 %
11. Vertailu, B-80-S 5.1 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
12. Avoin, B-80-S 4.0 %, R-Diamin, kalkkikivi 1.0 %, tyhjätila 20.0 %
13. B-80-S 5.1 %, R-Diamin, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
14. B-80-S 5.3 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
15. B-80-S 5.3 %, R-Diamin, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
16. B-80-V 5.1 %, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
17. B-80-V 5.1 %, R-Diamin, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
18. B-80-S 5.1 %, T-175, kalkkikivi 3.0 %, tyhjätila 3.0 %
19. Karkeutus, ms 20-25 mm, B-80-S 6.5 %, tyhjätila 3.1 %
20. Karkeutus, ms 20-25 mm, luonnon kivi 20-25 mm 1:1, B-80-S 6.7 %, tyhjätila 2.6 %
21. Karkeutus, luonnon kivi 20-25 mm, B-80-S 6.6 %, tyhjätila 2.0 %

Päällysteet olivat tyyppiä AB 20/100. Trinidad-asfaltista noin puolet oli hienoaainesta.

Toteutusaika

Päällystekoetie rakennettiin 10.-19.8.1981. Kulumista seurattiin vuosittain profiili-, segmentti- ja oikolautamittauksin. Myös kokonaisuramuodostusta, deformatumista, tasaisuutta, kitkaa ja pintakarkeutta tarkkailtiin sekä tehtiin eri osuuksien vauriokartoitukset vuoteen 1984 saakka. Tällöin koetie päällystettiin uudelleen.

Tutkimusprojektin organisaatio

Osuuksien 1-11 tilaajina ja rahoittajina olivat TVH, TVL:n Uudenmaan piiri, Neste Oy ja Rakennusaineteollisuus ry. Uudenmaan piiri tilasi

osuuksien 19-21 tutkimukset, TVH ja Raision Tehtaat puolestaan osuuksien 12-18.

Rakentaminen oli piirin omaa työtä. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio teki mittaukset ja laati tutkimusselostukset.

Tulokset

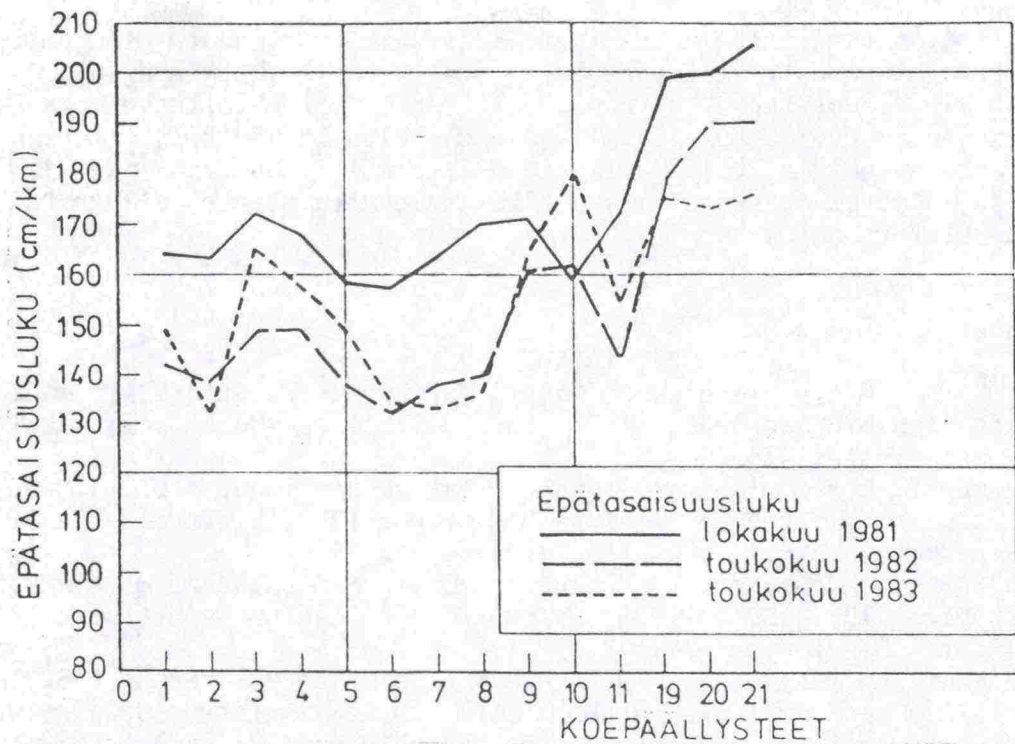
Koetie rakennettiin melko hyvien säiden vallitessa, ainoastaan yhtenä päivänä työt jouduttiin keskeyttämään kaatosateen takia. Myös itse työ onnistui kohtalaisen hyvin. Useiden osuuksien levityksen aikana havaittujen hiushalkeamien arveltiin johtuneen korkeasta jyräyslämpötilasta ja täryjyrän käytöstä.

Rakentamisen jälkeen tehdyn tasaisuusmittauksen mukaan kaikki osuudet olivat suunnilleen yhtä tasaisia. Vettäläpäisevän päällysteen kitka oli kaikkein paras, vaikkakaan ero muihin päällysteisiin ei ollut kovin suuri. Rusutjärven kiviaineksen kitka oli Nukarin murskesoran kitkaa alhaisempi. Sideaineen vähentäminen paransi kitkavoja ja päinvastoin. Vettäläpäisevä päällyste oli melultaan vertailupäällystettä hiljaisempi. Trinidad-asfaltin käyttö nosti kustannuksia noin 20 %, vettäläpäisevä päällyste puolestaan oli suunnilleen 15 % tavanomaista asfalttibetonia halvempaa.

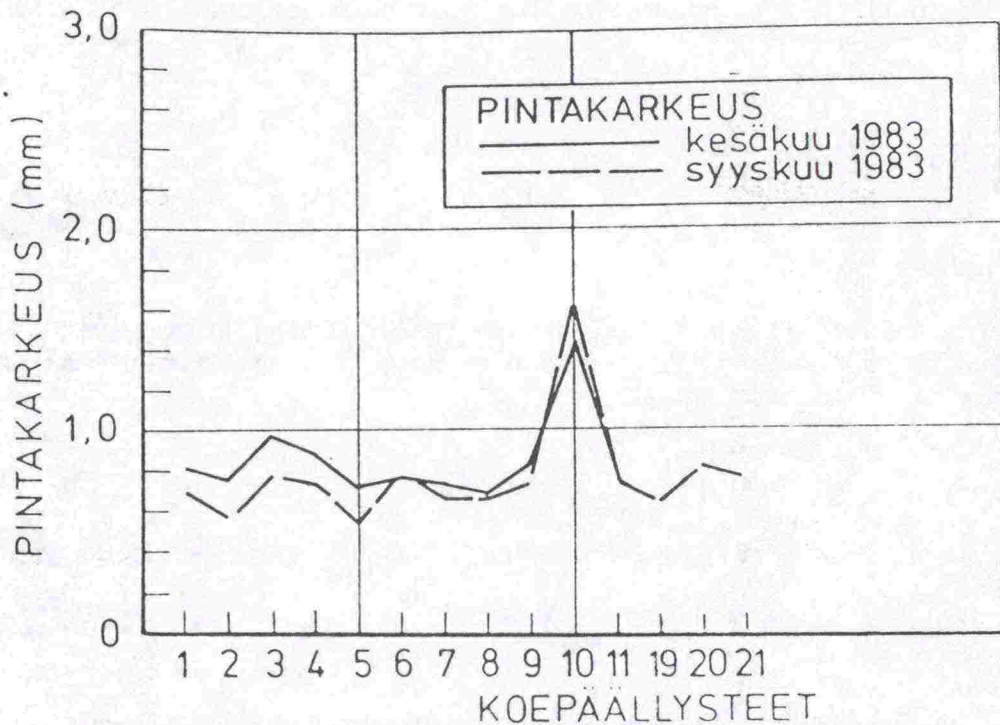
Ensimmäisen talven jälkeen todettiin tartukeosuuksilla 12-18 Rusutjärven kiviaineksesta (Los Angeles -luku 30) tehtyjen päällysteiden kuluneen Nukarin vastaavia (Los Angeles -luku 25) osuuksia enemmän. Kuluminen ja deformaatio olivat vielä vähäisiä. Alustan vanhojen kerrosten ja tasausmassan todettiin deformeoituneen jonkin verran. Vettäläpäisevät päällysteet olivat muita osuuksia epätasaisempia. Vanhoista halkeamista kaikkiaan noin 70 % heijastui uuteen päällysteeseen ensimmäisen vuoden aikana. Poranäytteiden mukaan vettäläpäisevän päällysteen tyhjätila pieneni vuodessa suunnilleen 1.5 %, ja silmämääräisesti arvioituna myös vedenläpäisykyky heikkeni.

Toisen talven jälkeen tartukkeelliset osuudet olivat kuluneet keskimäärin 12 % vähemmän kuin tartukkeettomat, vaurioitumisessa ei sen sijaan ollut eroja. Vettäläpäisevät päällysteet purkautuivat tavanomaisia päällysteitä enemmän, ja ne olivat myös kuluneet 39 % vertailupäällysteitä enemmän.

Kesän 1983 aikana päällysteiden keskimääräinen pintakarkeus pieneni noin 0.1 mm, 0.9 mm:stä 0.8 mm:in. Eniten harvoja kohtia, purkautumia ja lajittumia oli vähäbitumisella osuudella, B-45 -osuudella ja vettäläpäisevällä osuudella. Jyrkkäkäyräinen päällyste lajittui ja vaurioitui selvästi enemmän kuin tavanomainen asfalttibetoni.



Kuva 22. Koepäällysteiden epätasaisuus.



Kuva 23. Koepäällysteiden pintakarkeudet kesäkuussa ja syyskuussa 1983.

Päätelmät

Päällysteen tyhjätilan kasvaminen ja sideainepitoisuuden pieneneminen samanaikaisesti lisäsivät kulumista 12-21 % (vettäläpäisevä päällyste ei soveltunut näin vilkasliikenteiselle tielle kulumis- ja vaurioitumisalttiutensa takia), kovemman bitumin käyttö puolestaan kasvatti kulumista 12-18 %. Trinidad-asfaltilla, hydraattitäytejauheella ja portland-sementtijauheella ei todettu olevan vaikutusta päällysteiden kulumiseen.

Lähteet

- /35/ Kurki, Reijo & Sistonen, Matti, Tartukekoetie vt 4-5:llä Mäntsälässä. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimus-
musselostus 325. 43 s.
- /36/ Kurki, Reijo & Sistonen, Matti, Tartukekoetie vt 4-5:llä Mäntsälässä, mittaukset vuonna 1982. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimus-
musselostus 358. 31 s.
- /37/ Kurki, Reijo, Tartukekoetie vt 4-5:llä Mäntsälässä, mittaukset
vuonna 1983. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio,
tutkimusmusselostus 421. 23 s.
- /63/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Mäntsälässä 1981. Espoo 1982,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusmusselostus 300. 76 s.
- /64/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Mäntsälässä 1981. Espoo 1983,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusmusselostus 360. 39 s.
- /65/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Mäntsälässä 1981. Espoo 1984,
VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusmusselostus 415. 33 s.

2.27 LAJITTUMAKOETIE LAHNUS-TAKKULA 1982 /149/ (Päällystelajittuma)

Tutkimuksen tavoite

Kokeessa selvitettiin asfalttibetonin AB 20/100 lajittuman syitä, vaikutusta päällysteen ikään sekä toimenpiteitä lajittumien ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi.

Sijainti

Päällysteet rakennettiin maantielle 120 välille Lahnus-Takkula Van-
taalle.

Koeosuudet

1. Normaalisti tehty vertailuosuus
2. Massa-auto liikkui massan pudotuksen aikana,

- levitys normaalisti
3. Massan kuormaus normaalisti, levitin pidettiin mahdollisimman täynnä
 4. Massan pudotuskorkeus alennettiin minimiin, levitys normaalisti
 5. Massan kuormaus normaalisti, levittimen kierukat nostettiin 2.5 cm normaalitasosta ylöspäin
 6. Normaalisti tehty osuus, mutta eri levittimellä kuin osuudet 1-5

Osuudet 1-5 tehtiin Blaw Knox -levittimellä ja osuus 6 Vögele-levittimellä. Tieosan KVL oli 3900 ajoneuvoa vuorokaudessa. Koko koetien pituus oli 3000 m.

Toteutusaika

Päällysteet tehtiin 30.8.-2.9.1982. Seurantahavaintoja tehtiin vuoteen 1986 saakka.

Tutkimusprojektin organisaatio

Massan valmistuksen, levityksen ja tiivistyksen teki TVL:n Uudenmaan piiri omalla kalustollaan. TVH oli mukana kokeilun valvonnassa ja seurannassa.

Tulokset

Massat siirrettiin levityspaikalle yleensä täysperävaunullisilla kuorma-autoilla. Tiivistys tehtiin yhdellä tärjyryllä. Massat valmistettiin piirin koneasemalla Maantiekylässä, josta oli 1. levitysosuuden alkumatkaa noin 27 km.

Jälkitarkastuksessa 28.9.1982 todettiin paikoin lievää lajittunutta muilla osuuksilla paitsi Vögelellä tehdyllä 6. osuudella. Eniten lajittunutta oli 2. ja 5. osuuksilla.

Massa-auton siirtäminen kuormauksen aikana paransi massan homogeenisuutta. Pieni pudotuskorkeus takasi tasalaatuisen massan. Silmämääräisen arvion mukaan Vögelen levitysjälki oli tasaisempaa kuin Blaw Knoxin.

Kiviaineksen erottumisen ja suunniteltua alhaisemman sideainepitoisuuden arveltiin häiritsevän kokeen tuloksia.

Päätelmät

Vuoteen 1986 jatkuneen seurannan jälkeen todettiin levittimellä ja massan levitystavalla olleen suurimmat vaikutukset päällysteen vau-

rioitumiselle. Hyvä levitin ja levittimen pitäminen täynnä estivät parhaiten päällysteen lajittumista ja sitä seurannutta vaurioitumista.

Lähteet

/149/ Ylä-Rautio, Matti, Mt 120 Lahmus-Takkula lajittumakoetien valvontaselostus ja tarkastusmittaus 5.6.1986. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 19 s.

2.28 KARKEUTETUN ASFALTTIPÄÄLLYSTEEN URAUTUMINEN LÄNSIVÄYLÄLLÄ 1981-83 /117/ (Karkeutettu asfalttibetoni)

Tutkimuksen tavoite

Talven 1982-83 aikana havaittiin kantatiellä 51 (Länsiväylä) kesällä 1981 tehtyyn kuumennuspintaukseen MPK 16/65 (karkeutus 20-25 mm) syntyneen epänormaalin syviltä tuntuneita uria. Urien syvyydet olivat paikoin jopa 30 mm. VTT:n mittauksilla pyrittiin selvittämään vaurioitumisen syitä.

Sijainti

Urien syvyydet ja kulumispinta-alat mitattiin väleiltä Otaniemi-Lauttasaari (eteläinen ja pohjoinen ajorata) ja Haukilahti-Matinkylä (eteläinen ja pohjoinen ajorata).

Toteutusaika

Mittaukset Jorvaksentiellä tehtiin 12.1.1983. Silloin talven 1982-83 katsottiin olleen noin puolessa nastarenkaiden käytön kannalta, joten päällysteen ikänä pidettiin 1.5 vuotta.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuspyyntö tuli TVH:sta. Mittaukset teki VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Välillä Lauttasaari-Otaniemi kulumista pidettiin normaalina, mutta välillä Haukilahti-Matinkylä kuluminen oli normaalia suurempaa. Syytä eroon ei kuitenkaan saatu selvitettyä. Päällysteestä pois kulunut

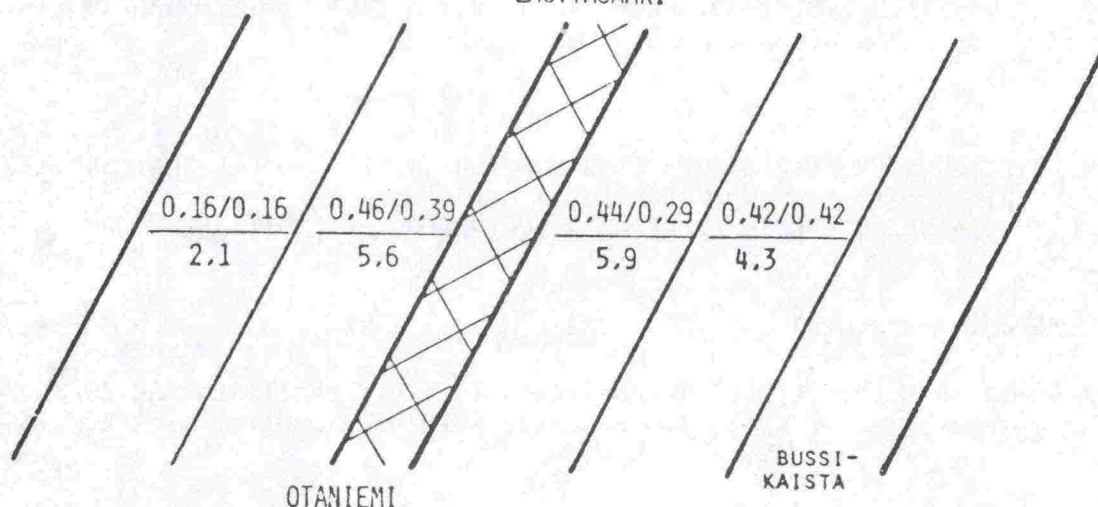
massamäärä ei sinänsä ollut kovin suuri, vaan asfaltin uusimistarpeeseen ja liikenteelle aiheutettua haittaa vaikutti urien syvyys. Lauttasaaren ja Otaniemen välillä urasyvytydet olivat suuria ja urat kapeita eniten käytetyllä kaistalla, joka oli kapea (3.0 m) ja jolla liikenne ajoi tarkasti samoissa renkaanjäljissä. Kaistojen leveys-suhteita ehdotettiin muutettavaksi siten, että eniten käytetty kaista olisi levein.

Välillä Haukilahti-Matinkylä liikennemäärä oli vain noin puolet Lauttasaaren ja Otaniemen välistä, mutta kulumat olivat saman suuruiset. Päällysteet tehtiin TVL:n Uudenmaan piirin omalla työllä, ja työnaikaisia laboratoriotuloksia oli tavanomaista vähemmän.

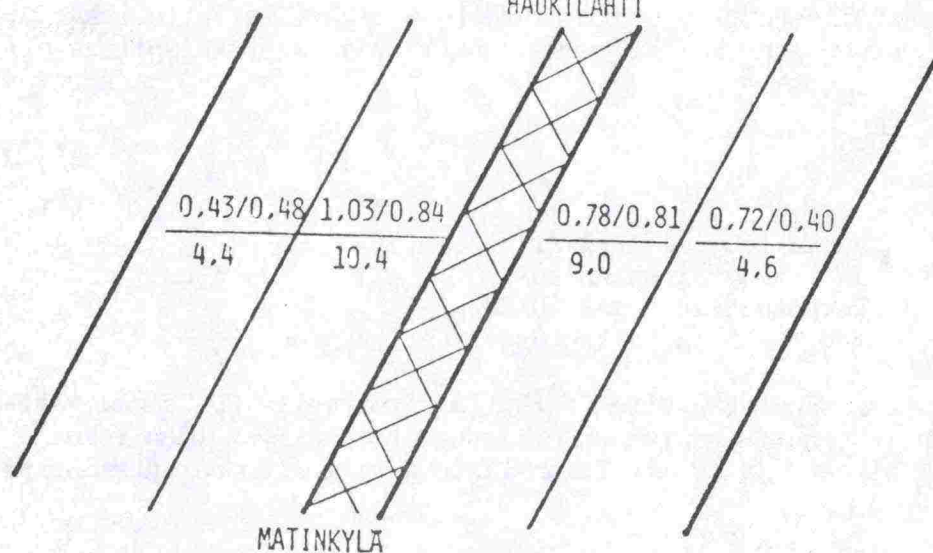
SUhteellinen uransyvyys
VASEN/OIKEA

SUhteellinen pinta-ala

LAUTTASAARI



HAUKILAHTI



Kuva 24. Suhteelliset uransyvytydet.

Päätelmät

Pintauksen perusmassa oli AB 16. Karkeutuskiviaineksen lujuus oli erittäin hyvä (Los Angeles -luku 19.2), mutta muotoarvo ei kelvannut I luokkaan. Siksi karkeutuskorroosio oli nimellismittaansa ohuempi, ja se kului nopeasti puhki paljastaen suhteellisen hienorakeisen perusmassan. Tämä puolestaan kului melko nopeasti vilkkaan liikenteen vaikutuksesta. Lisäksi karkeutusta tasaisempi ja hiljaisempi uran alku houkutteli autoilijoita ajamaan samoissa urissa (tosin vesisateella uria pyrittiin välttämään).

Lähteet

/117/ Rätty, Juha, Karkeutetun asfalttipäällysteen urautuminen Länsiväylällä 1981-1983. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusraportti 348. 32 s.

2.29 PÄÄLLYSTEKOETIE VUONNA 1982 MOOTTORITIELLÄ 4-5 HELSINGISSÄ VÄLILLÄ TATTARINHARJU-JAKOMÄKI /109/
(Vettäläpäisevä päällyste, jyrkkäkäyräinen päällyste)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla selvitettiin, kuinka vettäläpäisevä päällyste AAB 20/90 ja jyrkkäkäyräinen AB 20/100 kestävät kulutusta moottoritiellä.

Sijainti

Päällystekokeilu tehtiin moottoritielle 4-5 välille Tattarinharju-Jakomäki Helsinkiin. Kokeiluosuuksien (1, 2 ja 3) yhteispituus oli 1.2 km.

Koeosuudet

1. Vertailuosuus AB 20/100
2. Jyrkkäkäyräinen AB 20/100
3. Vettäläpäisevä AAB 20/90
4. HAB 16/60 ja karkeutus

Osuus 4 oli karkeutettu bituminoidulla sirotteella 20-25 mm. Päällyste tehtiin kuumennuspintauksena ennen koepäällysteiden tekoa 11.5.1982 alkaen, ja se mitattiin lähinnä vertailun parantamiseksi.

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin 10.-15.6.1982. VTT teki profilometrimittaukset lokakuussa 1982 sekä heinä- ja lokakuussa 1983. Oikolautamittaukset tehtiin heinä- ja lokakuussa 1983, kitkamittaukset kesä- ja syyskuussa 1983 sekä pintakarkeuden mittaaminen heinäkuussa 1983.

TVH kartoitti alustan vauriot ja teki oikolautamittauksen kesäkuussa 1982. Nämä toimenpiteet toistettiin syyskuussa 1982 ja kesäkuussa 1983.

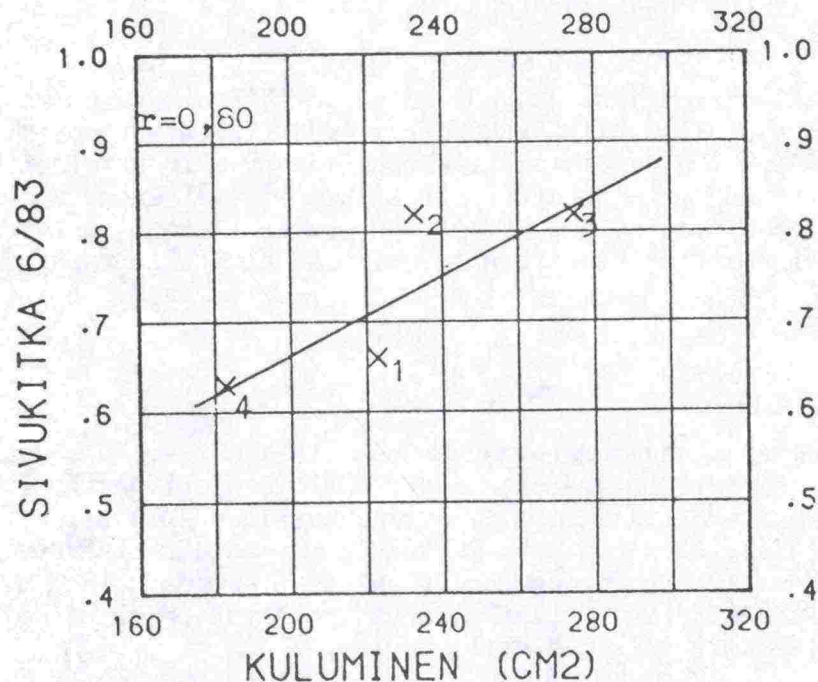
Koeosuudet jouduttiin urapaikkaamaan jo joulukuussa 1983 ja alkutalvesta 1984. Koetie päällystettiin kokonaan uudelleen kesällä 1984, joten päällysteiden kestoikä oli kaksi vuotta.

Tutkimusprojektin organisaatio

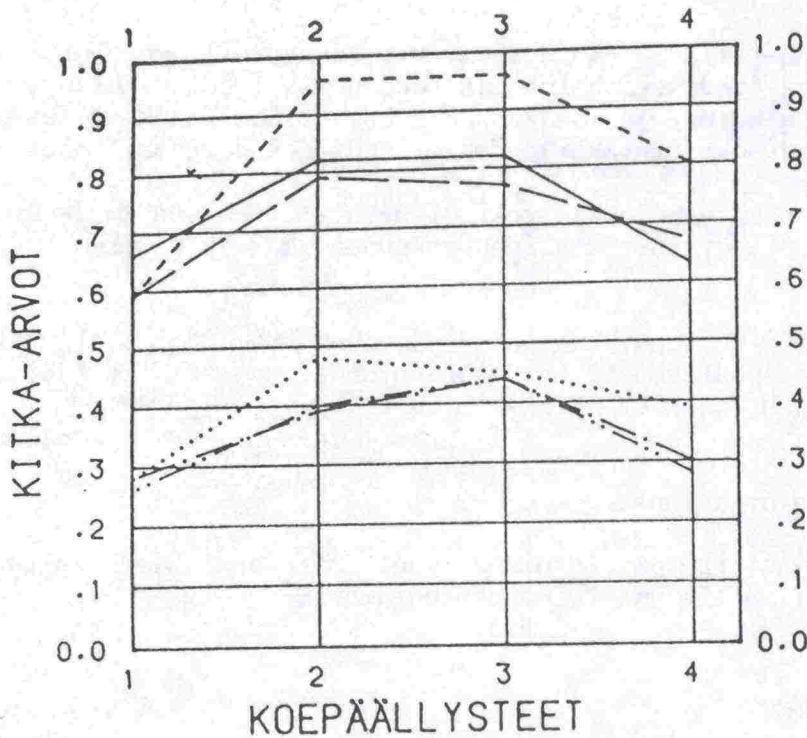
Päällysteet rakennettiin piirin omalla työllä. Mittauksia ja kokeita tekivät TVH ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Kun vertailukohtana oli normaali AB 20/100, niin vettäläpäisevä AAB 20/90 kului profiilimittausten mukaan 23 % enemmän, jyrkkäkäyräinen AB 20/100 5 % enemmän ja HAB 16/60 18 % vähemmän. Oikolautamittausten osoittama kulumisjärjestys oli sama, mutta kulumiserot näkyivät vielä selvemmin kuin profiilimittauksissa.



Kuva 25. Kitkan ja kulumisen välinen riippuvaisuus 1982-83.



KITKA-ARVOT	
—	SIVKIT 6/83
- - -	SIVKIT SADE 6/83
—	SIVKIT 8/83
- - -	LONKIT 6/83
· · ·	LONKIT SADE 6/83
· · ·	LONKIT 8/83

Kuva 26. Koepäällysteiden kitka-arvot 1982-83.

Kitkaltaan parhaat olivat jyrkkäkäyräinen ja vettäläpäisevä osuus (kummankin sivukitka oli 0.82). Kitka oli selvästi sitä parempi mitä avonaisempi ja helpommin kuluva päällyste oli. Varsinkin sateisella säällä avoimeksi rakennettu asfaltti oli liikenneturvallinen. Koepäällysteiden nopean urautumisen katsottiin olevan lähinnä nastarenkaiden syytä. Deformaation osuutta urautumisessa pidettiin varsin vähäisenä.

Päätelmät

Tavallista pienemmän massamenekin sekä normaalia vähäisemmän sideain- ja kalkkifilleritarpeen ansiosta avoin päällyste oli perinteistä asfalttibetonia halvempi (AAB 24 % ja jyrkkäkäyräinen AB 4 %). Vilkasliikenteisellä väylällä hintaetu kuitenkin menetetään lisääntyneen kulumis- ja vaurioitumisnopeuden aiheuttaman ennen aikaisen uudelleenpäällystämisen takia. Vettäläpäisevän päällysteen ei katsottu sopivan näin vilkkaasti liikennöidylle väylälle.

Lähteet

/109/ Päällystekoetie 1982. Helsinki 1984, TVH:n kunnossapitotoimisto, loppuraportti. 15 s.

2.30 KUUMABITUMITARTUKEKOETIET VUONNA 1983 /91, 100/ (Tartuke asfalttibetonissa)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilussa pyrittiin selvittämään bitumiin lisättävien tartukkeiden vaikutusta asfalttibetonin tartuntaominaisuuksiin. Tutkittavina olivat di- ja polyamiinitartukkeet, Arabian Heavy -bitumi ja neuvostoliittolainen bitumi sekä piireittäin vaihdelleet hyvät ja huonot ki-
viainekset. Koeosuudet olivat maantieteellisesti, ilmastollisesti ja liikenteellisesti mielenkiintoisissa kohteissa.

Sijainti

TVL:n Vaasan piirin koetie tehtiin valtatielle 8 välille Kolnebacken-Norrholm (päällystyskohde 579). Päällysteiden yhteispituus oli 15.0 km.

Kymen piirissä koetiet rakennettiin kantatielle 60 välille Puhjo-Voikkaa (päällystyskohde 304) valtatielle 6 välille Keltti-Puhjo (päällystyskohde 305). Kokeiluosuuksien yhteispituus oli 6.2 km.

Uudenmaan piirin koetie tehtiin valtatielle 3 välille Noppo-Hämeen läänin raja (päällystyskohde 29), ja sen pituus oli 4.6 km.

Koeosuudet

Vaasan piiri (MP 20/110):

1. B-120 Arabian Heavy, vertailu
2. B-120 Arabian Heavy, Raisamin DT (diamiini)
3. B-120 Arabian Heavy, Raisamin 200 (polyamiini)
4. B-120 neuvostoliittolainen, Raisamin 200
5. B-120 neuvostoliittolainen, vertailu

Kymen piiri (1. ja 2. AB 20/80, 3. ja 4. AB 20/100 tasattuna):

1. B-120 Arabian Heavy, Raisamin 200
2. B-120 Arabian Heavy, vertailu
3. B-120 Arabian Heavy, Raisamin 200
4. B-120 Arabian Heavy, vertailu

Uudenmaan piiri (MPK 20/80):

1. B-80 Arabian Heavy, Raisamin 200
2. B-80 Arabian Heavy, vertailu

Toteutusaika

Kaikki koeosuudet rakennettiin päällystyskaudella 1983. Silloin tehtiin myös vauriokartoitukset, kiviaines-, sideaine-, tartuke-, massa- ja päällystetutkimukset. Päällysteiden videokuvaukset ja vaurioiden kartoitus suunniteltiin tehtäviksi joka kevät. Poranäytteet oli tarkoitus tutkia yhden, kolmen ja viiden vuoden jälkeen.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilun suunnitteli työryhmä, jossa oli edustajia TVH:sta, Neste Oy:stä, Raision Tehtailta ja VTT:n tie- ja liikennelaboratoriosta.

Vaasan kohde kuului piirin kaksivuotiseen urakkaan IX D/1982, jonka urakoi Oy Viarecta Ab. Kymen piirin koeosuudet kuuluivat piirin urakkaan IV A/1983, jossa oli urakoitsijana Polarasfaltti Oy. Uudenmaan piirin koepäällyste tehtiin omalla työllä.

VTT:n tehtävänä oli määrittää koeteiltä toimitettujen bituminäytteiden tartukepitoisuuksia ja tehdä halkaisuvetolujuukskokeita sekä piirikohtaisista raaka-aineista valmistetuista Marshall-kiekoista että kohteista lähetetyistä poranäytesarjoista.

Koealueiden merkintä ja massanäytetutkimukset kuuluivat piireille. Alustojen vauriokartoitukset, kiviaines-, sideaine- ja päällystetutkimukset sekä rullapullokoekokeet olivat TVH:n vastuulla.

Tulokset

Jälkitarkastuksessa 11.9.1986 Vaasan piirin alueella saatiin seuraavat uransyvytykset:

1. B-120 Arabian Heavy, vertailu	6.7 mm
2. B-120 Arabian Heavy, Raisamin DT (diamiini)	10.0 mm
3. B-120 Arabian Heavy, Raisamin 200 (polyamiini)	6.6 mm
4. B-120 neuvostoliittolainen, Raisamin 200	7.4 mm
5. B-120 neuvostoliittolainen, vertailu	7.8 mm

Paras oli siis B-120 Arabian Heavy Raisamin 200 -tartukkeella ja huonoin sama bitumi Raisamin DT -tartukkeella. Jälkitarkastuksessa 11.6.1986 Kymen piirin alueella urat olivat seuraavan syvyiset:

1. B-120 Arabian Heavy, Raisamin 200	11.2 mm
2. B-120 Arabian Heavy, vertailu	9.0 mm
3. B-120 Arabian Heavy, Raisamin 200	10.5 mm

4. B-120 Arabian Heavy, vertailu

10.1 mm

Pienin arvo oli tartukkeettomalla vertailuosuudella, suurin toisella Raisamin 200 -osuudella.

Titrauksen mukaan tartuke säilyi Arabian Heavy -bitumissa paremmin kuin neuvostoliittolaisessa bitumissa. Graniittikiviaineksesta tehdyn päällysteen Marshall-koekappaleet ja poranäytteet antoivat ristiriitaisen kuvan amiinilisäyksen vaikutuksesta. Mahdollisena pidettiin, että tartuke parantaisi rapakivigraniittimassan tartuntaominaisuuksia.

Päätelmät

Lisäaine paransi neuvostoliittolaisen sideaineen tartuntaa, mutta arabialaiseen sillä ei ollut mainittavaa vaikutusta. Rullapulloko-keiden mukaan tartukelisäyksellä oli edullinen vaikutus kiviaineksen peittoasteen säilyvyyteen Kymen ja Vaasan kiviaineksilla. Kolmen vuoden kuluttua rakentamisesta tehty uramittaukset antoivat osin ristiriitaisen kuvan tartukkeen vaikutuksista.

Lähteet

- /91/ Oikolautamittaukset tartukekoeteillä 1986. TVH:n kunnossapito-toimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.
- /100/ Peltonen, Petri, Kuumabitumitartukekoetiet 1983. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 404. 22 s.

2.31 MÄKELÄNKADUN PÄÄLLYSTEKOKEILU 1983 /21/ (Valuasfaltti, Trinidad Epure)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla tutkittiin valuasfaltin kestävyyttä sideainepitoisuuden muuttuessa, Trinidad Epuren käyttöä valuasfaltissa ja normaalissa asfalttibetonissa sekä kumibitumin ja kumijauheen käyttöä.

Sijainti

Päällysteet rakennettiin Mäkelänskadulle Helsinkiin. Koeosuudet olivat pohjoiseen menevällä bussikaistalla välillä Isonniitynkatu-Vähyröntie.

Koeosuudet

1. Vähäbituminen VA 16 (7.3 %)
2. KB VA 16/I (7.8 %)
3. normaali VA 16 (7.8 %)
4. KB VA 16/II (7.8 %)
5. AB 20/IV (5.7 %)
6. AB 20/IV, Trinidad Epure (5.6 %)
7. KB AB 20/IV (6.0 %)
8. Tärytetty asfaltti 16 (6.2 %)
9. VA 16, Garigran, Trinidad Epure (7.8 %)
10. VA 16, Garigran (7.8 %)
11. AB 20, kumijauhe (5.7 %)

Sideainepitoisuudet ovat suluissa.

Toteutusaika

Koepäällysteet rakennettiin kesällä 1983. Profiilimittaukset tehtiin 21.10.1983, 8.5.1984, 25.10.1984, 7.5.1985, 7.11.1985, 22.5.1986 ja 23.10.1986. Kokeiluosuuksien seuranta lopetettiin vuonna 1987.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tilaaaja oli HKR:n katuosasto. Tutkija oli VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Profiileista mitattiin päällysteen poikkipinta-alan kuluminen sekä uransyvytykset 2 m oikolautaperiaatteella. Syksyllä 1986 suurimmat uransyvytykset olivat osuuksilla 11 (AB 20, kumijauhe), 8 (vibroasfaltti 16), 6 (AB 20/IV, Trinidad Epure) ja 5 (AB 20). Vähiten urautuneet olivat puolestaan 9 (VA 16, Garigran, Trinidad Epure), 3 (normaali VA 16), 2 (KB VA 16/I) ja 1 (vähäbituminen VA 16).

Kaikkien osuuksien alku-urautuminen oli melko suurta, erityisesti osuuksilla 4, 3, 5 ja 2. Talviaikana urautuivat eniten osuudet 11, 5 ja 6, vähiten 9, 1 ja 3. Kesällä urautuivat eniten osuudet 8, 6 ja 1.

Poikkipinta-ala kului eniten osuuksilla 11, 8 ja 5, vähiten päällysteillä 3, 4 ja 9. Kaikilla osuuksilla oli ainakin jonkin verran deformaatiota. Selvimmin se näkyi päällysteillä 6, 7 ja 8.

Päätelmät

Parhaiten kestäneet päällysteet olivat (profiilimittausten perus-

teella):

- 3. normaali VA 16 (7.8 %)
- 9. VA 16, Garigran, Trinidad Epure (7.8 %)

Ne sekä kuluivat että urautuivat vähän. Samalla perusteella arvo-
teltuna heikoimmat osuudet olivat:

- 11. AB 20, kumijauhe (5.7 %)
- 8. Vibroasfaltti 16 (6.2 %)
- 6. AB 20/IV, Trinidad Epure (5.6 %)
- 5. AB 20/IV (5.7 %)

Asfalttibetonit kestivät huomattavasti huonommin kuin valuasfaltit. Asfalttibeto-
neista paras oli kumibitumia sisältänyt osuus 7. Valuasfalteissa ei
voitu osoittaa bitumilaaduilla tai lisäaineilla olevan vaikutusta.

/21/ Kankare, Esko & Laitinen, Leena, Mäkelänkadun päällystekokeilun
profilometrimittaukset. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelabo-
ratorio, tutkimusselostus. 2 s.

2.32 TUTKIMUS PÄÄLLYSTETTYJEN TEIDEN POIKITTAISHALKEILUN SYISTÄ /9, 15/ (Pakkashalkeamat kestopäällysteellä)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksella pyrittiin kartoittamaan pakkashalkeamien esiintymisti-
heys ja merkitys maamme kestopäällysteisellä tiestöllä sekä selvit-
tämään halkeamien syntymisen perusteita ja syitä. Käytännön tavoit-
teena oli kehittää poikki- ja pituushalkeamia ehkäiseviä tien raken-
neratkaisuja.

Sijainti

Alkujaan valittiin poikkihalkeilun tutkimista varten 164 asfaltti-
päällysteistä havaintotieosuutta TVL:n Lapin, Oulun, Keski-Pohjan-
maan ja Kymen piireistä. Pituudeltaan tiet olivat 1.0-1.5 km, ja
niiden iät vaihtelivat 0 ja 17 vuoden välillä.

Toteutusaika

Halkeamatutkimus aloitettiin syksyllä 1983. Havaintoja valituilla
tieosuuksilla tehtiin vuosina 1983, 1984 ja 1985.

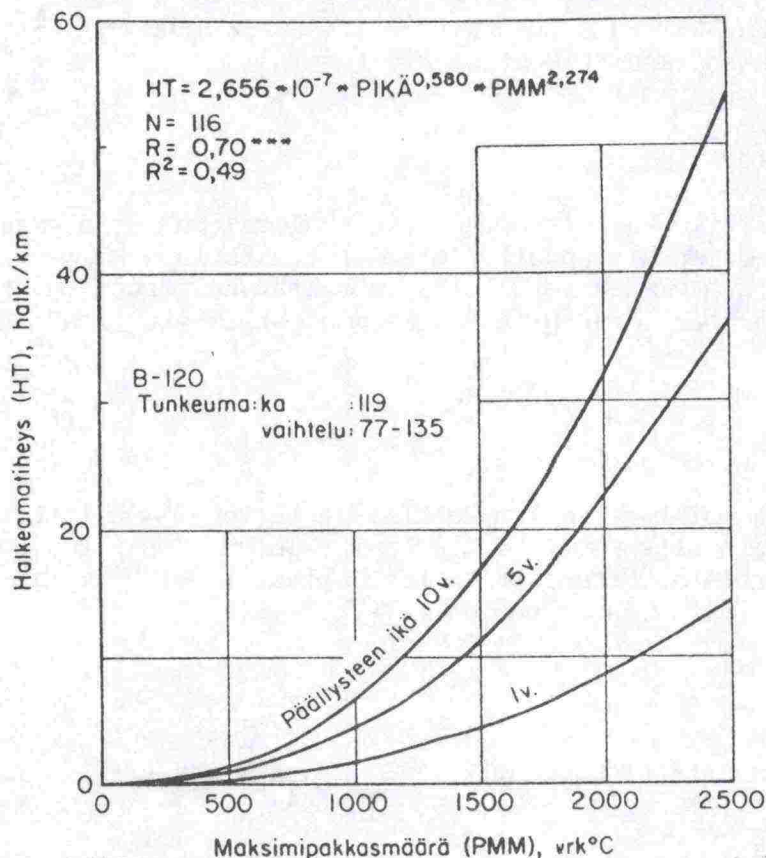
Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimus käynnistettiin Oulun yliopiston ja TVL:n välisenä yhteistyönä. Selvitystyötä ohjanneessa työryhmässä oli edustettuna myös TVH. Tutkimukseen liittyneen diplomityön teki Raija Huhtala.

Tulokset

Havaintoaineiston tilastomatemattisen käsittelyn perusteella poik-kihalkeilu oli riippuvainen pakkasmäärästä, päällysteen iästä ja paksuudesta, bitumilaadusta ja -pitoisuudesta, alusrakenteesta sekä liikennekuormituksesta. Pakkasmäärä ja päällysteen ikä olivat tilastollisesti erittäin merkittäviä.

Kestopäällysteillämme oli keskimäärin 15 halkeamaa kilometrillä. Ennen uudelleenpäällystämistä noin 20-30 mm levyisen halkeaman todettiin aiheuttavan epämukavan ja ajoneuvoa rasittavan iskun. Myös tien kantavuus saattoi laskea halkeaman kohdalla lähes puoleen normaalkantavuudesta. Tiehen muodostui halkeaman kohdalle sekä profiililtaan että kantavuudeltaan epäjatkuva kohta, johon erityisesti raskas liikenne aiheutti voimakkaita dynaamisia rasituksia. Pitkän ajan kuluessa tämä alensi tien kestoikää huomattavasti.



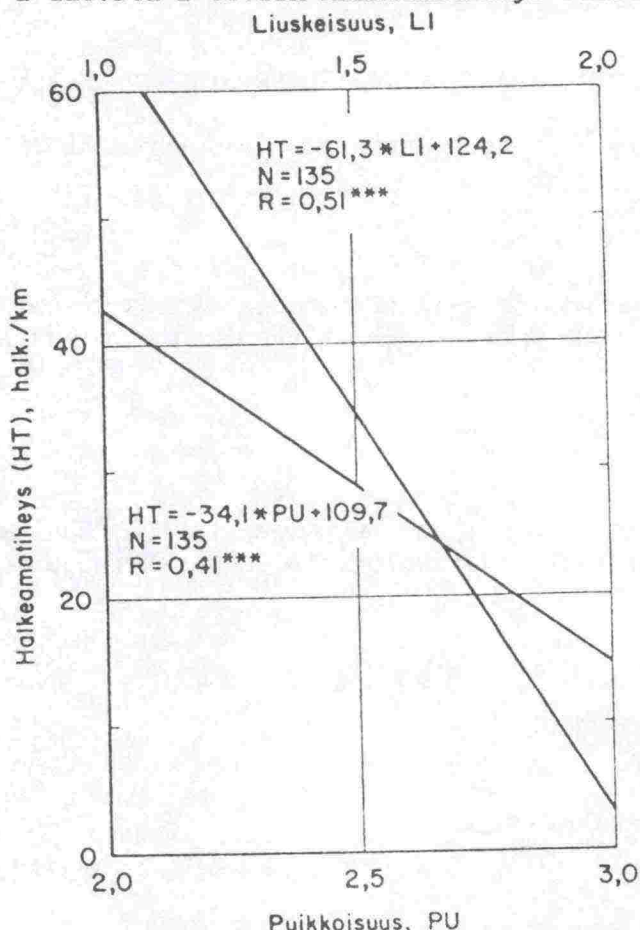
Kuva 27. Päällysteen iän ja vuotuisen maksimipakkasmäärän vaikutus päällysteen halkeamatiheyteen (AB, B-120).

Halkeamien vuotuisiksi korjauskuluiksi arvioitiin 7-9 miljoonaa markkaa vuodessa (1986). Välillisten kustannusten oletettiin olevan selvästi suuremmat.

Halkeamatiheys kasvoi 4.5-kertaiseksi maksimipakkasmäärän noustessa tuhannesta kahteen tuhanteen vuorokausiasteeseen. Poikkihalkeamia näytti esiintyvän enemmän karkea- kuin hienomateriaalisissa rakenteissa. Tämän arveltiin johtuvan tierakenteen lämpötaloudesta: karkeassa rakenteessa vuotuiset lämpötilavaihtelut ovat suurempia ja nopeammin tapahtuvia kuin rakeisuudeltaan hienorakenteisissa tiessä.

Päällysteen rakenneominaisuuksista halkeamatiheyttä selittivät parhaiten halkaisuvetolujuus ja halkaisujäykkyys. Kiviaineksen liuskeisuuden ja puiikkoisuuden kasvaessa pieneni halkeamatiheys merkittävästi. Kun liuskeisuus muuttui 1.40:stä 1.75:een, halkeamatiheys pieneni 40:stä alle 20:een eli yli 50 %. Liuskeisuus ja puiikkoisuus ovat yhteydessä päällysteen jäykkyyteen.

Sideaineen tunkeuman muuttuessa 200:sta 120:een (kasvua yksi kovuusluokka) halkeamatiheys kaksinkertaistui. Vastaavasti siirryttäessä B-120:stä B-80:een halkeamatiheys suureni 2.5-kertaiseksi.



Kuva 28. Päällystekiviaineksen liuskeisuuden ja puiikkoisuuden vaikutus poikkihalkeamatiheyteen.

Päätelmät

Poikkihalkeamat lisääntyivät silloin, kun päällyste vanheni, sen pakkasmäärä kasvoi, alustan kantavuus pieneni, kiviaineksen maksimiraekoko kasvoi tai päällysteen massamäärä pieneni. Kylmillä alueilla ei poikkihalkeamia voida kokonaan ehkäistä, mutta niiden määrää katsottiin voitavan vähentää päällysteissä käytettävillä lisäaineilla (esimerkikiksi kumilla ja rikillä) tai kankailla päällysrakenteessa (suodatinkangas ehkäisemässä heijastushalkeamia).

Lähteet

- /9/ Ehrola, Esko, Asfalttipäällysteiden poikittaishalkeilu matalissa lämpötiloissa ja siihen vaikuttavat tekijät. Oulu 1986, Oulun yliopisto, tie- ja liikemetekniikan laboratorio, julkaisu 4. 46 s.
- /15/ Huhtala, Raija, Tutkimus päällystettyjen teiden poikittaishalkeilum vaikuttavista tekijöistä. Oulu 1985, Oulun yliopisto, tie- ja liikemetekniikan laboratorio, julkaisu 1. 79 s.

2.33 HÄMEENTIEN ASFALTTIBETONI- JA SIDEKIVIPÄÄLLYSTEIDEN PROFIILIMITTAUKSET /137/ (Asfaltti- ja sidekivipäällysteen kuluminen ja deformaatio)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli vertailla normaalia asfalttibetonia ja sidekivipäällystettä kaupunkiväylällä (muun muassa joukkoliikenteen rasitukselle alttiina).

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin Helsingin kaupunkiin Hämeentielle. Päällysteitä oli linja-autokaistoilla, suojatiealueilla ja pysäkkialueilla.

Koeosuudet

1. Asfalttibetoniosuudet
2. Sidekiviosuudet

Mitattavia profiileja oli kaikkiaan 16.

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin vuonna 1984. Profiilimittaukset tehtiin ke-

väisin ja syksyisin vuosina 1984, 1985 ja 1986 VTT:n paksuusprofilometrillä. Seuranta lopetettiin vuonna 1986.

Tutkimusprojektin organisaatio

HKR tilasi tutkimuksen VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolta.

Tulokset

Sidekiveys urautui ja päällysteen poikkipinta-ala pieneni suojatien kohdalla nopeasti, mikä johtui sekä kivien kulumisesta että painumisesta. Oikealla kaistalla (joukkoliikennekaista) muodonmuutokset olivat suuria myös kesällä. Ennen suojatietä ja pysäkkialueen jälkeen olleet osuudet (asfalttibetoni) urautuivat ja kuluivat vähemmän kuin suojateiden profiilit (sidekiveys). Pysäkkialueilla olleiden profiilien vertailu oli hankalaa kivien siirtymisen takia.

Päätelmät

Asfalttibetoni kesti vertailussa sidekiveystä paremmin, vaikkakin sidekiveyksen arvostelua vaikeutti kivien painuminen.

Lähteet

/137/ Wahlgren, Otto & Laitinen, Leena, Hämeentien asfalttibetoni- ja sidekivipäällysteiden profiilimittaukset. Espoo 1987, VTT:n tie ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 1 s.

2.34 KOKEET OHUILLA PINTAUKSILLA VUONNA 1984 /144, 146/ (Massapinta, kuumennuspinta, sirotepinta)

Tutkimuksen tavoite

Päällystyskokeilulla tutkittiin sirote-, massa- ja kuumennuspintausten sekä tasatulle alustalle tehdyn asfalttibetonipäällysteen käyttö- ja kestävyysominaisuuksia.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin valtatielle 9 välille Mellilä-Loimaa (tieosat 113-117). Kokeilun yhteispituus oli 3.2 km.

Koeosuudet

1. SIP 10-16 mm, tasausmassa 12/40
2. AB 16/80, tasausmassa 12/40
3. MP 16/80
4. MPK 16/70

Toteutusaika

Koepäällysteet rakennettiin 5.-11.6.1984. Ennen työtä alustan vauriot kartoitettiin ja urat mitattiin. Päällystystyön aikaisten si-deaine-, massa- ja päällystenäytteiden lisäksi osuudet tarkastettiin 18.10.1984. Kokeilun suunnittelu- ja valvontaryhmä teki jälkitarkastukset ja mittaukset koetiellä vuosittain.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koe tehtiin TVL:n Turun piirissä. Suunnittelusta, toteutuksesta ja seurannasta vastasi piirin lisäksi TVH.

Tulokset

Massat olivat ohjearvojen mukaisia ja laadultaan hyviä. Rakentamisen jälkeen todettiin kaikkien osuuksien olleen suhteellisen hyvässä kunnossa.

Jälkitarkastuksessa 8.5.1986 koeosuudella 1 pinta oli kulku-uria luku-mottamatta hiukan karkea, kiinteä ja jonkin verran epätasainen. Siroterakeet olivat kuluneet urista pois ja tasausmassa tai vanha asfalttibetoni oli tullut näkyviin. Osuudet 2, 3 ja 4 olivat hyvässä kunnossa joitakin avonaisia kohtia, sideaineläiskiä ja pituushalkeamia luku-mottamatta. Vuoden 1987 vauriotarkastus vahvisti edellisen vuoden havainnot.

Alustana ollutta päällystettä oli paikattu runsaasti. Tämän katsottiin mahdollisesti haittaavan koepäällysteiden keskinäistä vertailua.

Päätelmät

Sirotepinta ei soveltunut näin vilkkaalle tielle (KVL vuonna 1983 oli 3000). Kaikki muut osuudet olivat kolmen vuoden kuluttua rakentamisesta hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa.

Lähteet

/144/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset 8.5.1986 ja 16.7.1987 vt

9:11ä välillä Mellilä-Loimaa. TVH:n kumossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 11 s.
 /146/ Ylä-Rautio, Matti, Kokeet ohuilla pintauksilla 1984. Helsinki 1984, TVH:n koeselostus. 10 s.

2.35 HALKEAMATUTKIMUS VUONNA 1984 /30, 143/ (Poikkihalkeamien ehkäisy)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla pyrittiin ehkäisemään poikittaisten halkeamien syntyminen ja heijastuminen uuteen päällysteeseen.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin valtatie 3:lle välille Koskue-Jalasjärvi TVL:n Vaasan piirin alueelle.

Koeosuudet

Ensimmäinen kokeiltu menetelmä oli Armapal 6030-verkko, joka oli 220 cm leveä ja 100 m pitkä. Verkko naulattiin saumoista Hilti-nauloilla, joissa oli 30 mm aluslevyt. Verkot limitettiin 20 cm ja levitettiin liimatulle alustalle puolen tunnin kuluttua liimauksesta. Verkon päälle lapioidiin jonkin verran massaa, ja sen jälkeen levitettiin asfalttibetoni normaalisti.

Toinen ja kolmas osuus tehtiin Ahlströmin Rovinki-nauhoista (leveydet 25 ja 50 cm). Nauhat liimattiin kumibitumilla tien poikkihalkeamiin noin 20 m välein, siveltiin päältä kumibitumilla ja niiden päälle levitettiin asfalttibetoni normaaliin tapaan.

Neljäntenä kokeiltiin kumibitumimassaa (SBS 8 %). Päällyste oli AB 16, jonka sideaineena oli SBS-bitumia 6.0 %. Alusta oli liimattu. Työ tehtiin normaalina asfalttibetonin levityksenä.

Sahattuja poikkisaumoja kokeiltiin osuudella 5. Uuteen päällysteeseen tehtiin 20-30 mm syviä ja noin 30 mm leveitä uria asfalttijyrään liitetyllä leikkurilla. Sahatut urat juotettiin umpeen kumibitumilla. Kuudentena kokeilukohteena oli normaali asfalttibetoni, jonka päällystepaksuus oli 150 kg/m².

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin kesällä 1984. Jälkitarkastuksia ja vaurio-kartoituksia osuuksilla tehtiin kevättalvella ja kesällä 1986.

Tutkimusprojektin organisaatio

Projektiin osallistuivat TVL:n Vaasan piiri ja TVH:n kunnossapito-toimisto.

Tulokset

Kevääseen 1986 mennessä 1. osuudelle (Armapal) oli syntynyt niin paljon pituus- ja poikkihalkeamia, ettei se eronnut ympäröivästä normaalista päällysteestä. Myös osuuksien 2 ja 3 (Rovinki) poikki- ja pituushalkeamat olivat kuten vanhassa päällysteessä.

Kumibitumiosuudella 4 oli lyhyitä pitkittäisiä ja poikittaisia halkeamia ja 3 tien yli ulottuvaa poikkikatkoa. Päällyste oli hieman parempi kuin muilla osuuksilla keskimäärin. Osuudella 5 (sahatut kumibitumisauumat) todettiin sahattujen saumojen olleen ehyet, mutta niiden välissä oli poikki- ja pituushalkeamia.

Paksun päällysteen osuus 6 oli haljennut pituus- ja poikkisuunnissa samoista kohdista, missä vanhankin päällysteen vauriot olivat. Mitään eroa muualla olleeseen 100 kg/m² vahvuiseen asfalttibetoniin ei ollut.

Päätelmät

Verkoilla ja nauhoilla ei kyetty estämään vanhojen halkeamien heijastumista uuteen päällysteeseen. Myöskään sahatuilla saumoilla tai päällystekerroksen paksuntamisella ei ollut toivottua vaikutusta. Kumibitumin käyttö sideaineena vähensi jonkin verran heijastushalkeilua.

Lähteet

- /30/ Kestopäällysteiden halkeamatutkimukset koetie vt 3 Jalasjärvelä. Vaasa 1984, Vaasan tie- ja vesirakennuspiiri. 21 s.
- /143/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset 7.3.1986 ja 17.7.1986 vt 3:11ä välillä Koskue-Jalasjärvi. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 8 s.

2.36 A-BITUMIKOETIE VUONNA 1984 /133/
(Sideainetyypin vaikutus kulutuskestävyyteen)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa vertailtiin A-bitumin ja normaalin B-bitumin ominaisuuksien vaikutusta asfalttibetonin kulutuskestävyyteen.

Si jointi

Koetie rakennettiin maantielle 186 tieosalle 13 välille Inkoo-Mustio. Kokeilun pituus oli 3.8 km. Tieosan KVL vuonna 1986 oli 865 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Koeosuudet

1. A-bitumiosuus AB 20/100, sideainepitoisuus (A-80) 5.7 %
2. Vertailuosuus AB 20/100, sideainepitoisuus (B-80) 5.7 %

Alusta oli sitomaton. Sideaineiden laboratoriotulokset eivät poikenneet tavanomaisista arvoista. A-bitumin ominaisuudet olivat tyypilliset: alhainen viskositeetti, korkea murtumispiste ja suuri kovene-
miskerroin.

Toteutusaika

Koetie tehtiin vuonna 1984. Jälkitarkastus on tehty vuonna 1987. Seuranta jatkuu.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilussa olivat mukana TVL:n Uudenmaan piiri (rakennuttaja), TVH ja Lemminkäinen Oy, joka urakoi kokeilukohteen.

Tulokset

Tarkastuksessa 7.7.1987 koetiellä huomattiin varsin paljon halkeama-
vaurioita. Koko A-bitumiosuus oli halkeillut varsinkin reuna-
kohdilta, mutta useissa kohdissa myös keskeltä tietä ja koko pääl-
lysteen leveydeltä. Verkkohalkeamien lisäksi oli runsaasti poikki-
halkeamia ja keskisaumalla pituushalkeamia. Paikoin halkeamakohtia
oli jo ennen vuotta 1987 korjattu bitumiliuoksella.

Koetien uransyvytykset olivat keskimäärin pieniä ja ne vaihtelivat erimittauskohdissa paljon alustan kantavuusvaihteluiden takia. Kummastakaan koepäällysteestä ei ollut irronnut kiviainesta.

Päätelmät

Verkkohalkeama-alueet ja reunaerien suuri syvyys keskiuriin verrattuna johtuivat tieosan huonosta kantavuudesta. Halkeamien suureen määrään saattoivat lisäksi vaikuttaa A-bitumille ominainen sideainneen kovettuminen massan valmistuksessa sekä haurastuminen (vanheneminen) kylmällä säällä. Vertailuosuus oli halkeillut A-bitumiosuutta vähemmän.

Lähteet

/133/ Toikkanen, Kalevi, A-bitumikoetien 1984 uramittaus ja vaurio-
kartoitus 7.7.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaise-
maton). 2 s.

2.37 ASFALTTIBETONIN MAKSIMIRAEKOKEILUT VUONNA 1984 /42, 43, 138/
(Maksimiraekoon vaikutus kestävyys ja kustannuksiin)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksella selvitettiin asfalttibetonin maksimiraekoon vaikutusta
päällysten kestävyys, päällystekustannuksiin sekä liikennetekni-
siin seikkoihin. Tarkkailtavina olivat kuluminen, deformatuminen,
lajittuminen, vauriot, vuosikustannukset (rakentaminen, kunnossapito
ja kestoikä otettuna huomioon), kitka ja tasaisuus.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin valtatielle 3 välille paikallistie 11483
-Noppo ja Lahden moottoritille 4-5 Kuninkaammäen ja Korson liittyy-
män välille.

Koeosuudet

Kummallekin tielle tehtiin kahdeksan päällysteosuutta:

1. AB 8/60, B-80 6.6 %
2. AB 12/60, B-80 6.2 %
3. AB 16/80, B-80 6.1 %
4. AB 20/100, B-80 5.8 %
5. AB 25/120, B-80 5.7 %
6. AB 20/100 (vähän lajittuva suhteitus), B-80 6.1 %
7. AB 25/120 (vähän lajittuva suhteitus), B-80 6.0 %
8. AB 20/100, A-bitumi 5.8 %

Koeosuuksien yhteispituus oli 5.4 km.

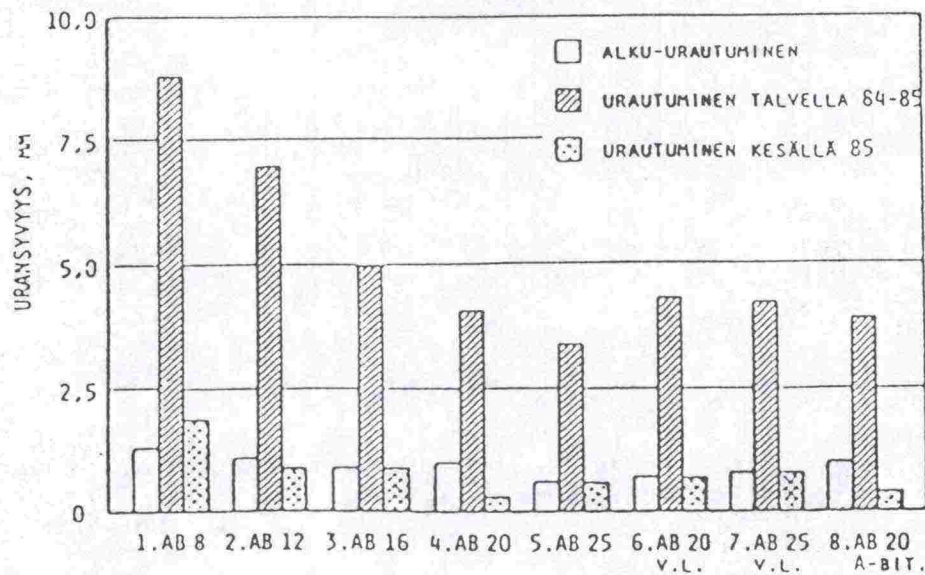
Toteutusaika

Koepäällysteet rakennettiin 30.7.-3.8.1984. TVH teki uramittaukset
2 m oikolaudalla 9.8.1984 ja 17.7.1985. TVL:n Uudenmaan piiri mitta-
si koepäällysteet vedettävällä 5 m tasaisuusmittarilla
13.-14.8.1984. VTT tutki päällysteiden sivukitkakertoimet 28.8.1984.
TVH teki osuuksien ensimmäiset jälkitarkastukset 26.9.1984 (paikal-
listie 11483 -Noppo) ja 3.10.1984 (moottoritie 4-5 Kuninkaammäki-

Korson liittymä).

Kokeilun suunnittelu- ja valvontaryhmän tarkoitus oli tehdä myöhemminä vuosina koepäällysteiden paksuusprofiilimittaukset kaksi kertaa vuodessa sekä vauriokartoitukset, kitkamittaukset ja tasaisuusmittaukset kerran vuodessa. Tiheydet mitattiin Troxler-laitteella syksyllä 1984 ja pinnankarkeudet Sandpatch-menetelmällä syksyllä 1985. Lajittumaherkkydet tutkittiin SH-menetelmällä.

Kokeilun seuranta lopetettiin vuonna 1987.



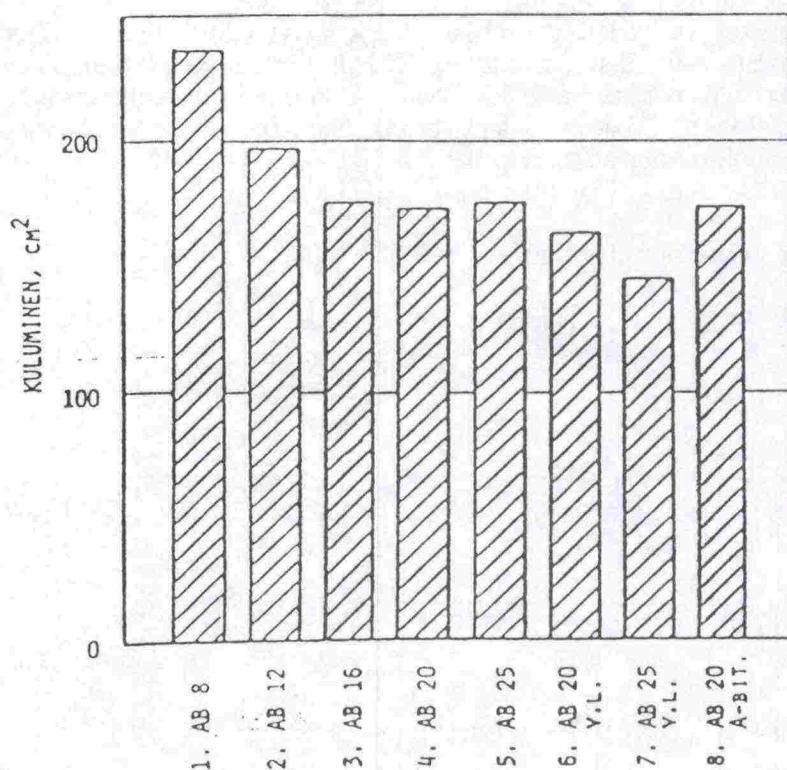
Kuva 29. Koeosuuksien urautuminen, molempien koeteiden keskiarvo.

Tutkimusprojektin organisaatio

Summittelusta, toteutuksesta ja seurannasta vastasivat TVH, TVL:n Uudenmaan piiri, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, Neste Oy ja AUL. Tutkimuksen rahoituksesta oli TVH:n osuus 83 000 mk ja AUL:n 15 000 mk. Lisäksi piirille aiheutui kokeilusta ylimääräisiä kustannuksia 218 700 mk, josta TVH korvasi 200 000 mk.

Tulokset

Sideainepitoisuuksiltaan ja rakeisuuksiltaan massat olivat lähes ohjearvojen mukaisia. Levitystyössä oli kuitenkin ongelmia: levitin ajettiin liian tyhjäksi, massan toimituksessa oli katkoja, jyrät ja levitin reistailivat ajoittain ja massassa esiintyi lajittumaa (valtatie 3:lla), jonka arveltiin tapahtuneen jo massaa välivarastottaessa siiloon. Koska varastokasoille oli varattu liian vähän tilaa, ne olivat liian korkeita ja läjittämällä tehtyjä. Massa-autot tön-



Kuva 30. Koepäällysteiden poikkileikkauksen keskimääräinen kuluminen talvella 1984-85, molemmat koetiet.

vät levitintä melko voimakkaasti, mikä aiheutti jälkiä valmiiseen päällysteeseen.

Päällysteiden massamäärien ja tyhjätilojen keskiarvot osoittivat, että massamäärän kasvaessa ja tyhjätilan pienentyessä alku-urautumisen suureni. AB 8 ja AB 12 olivat liian hienorakeisia vilkasliikenteeseen moottoritiekäyttöön. Lahdentiellä AB 8 kului puhki jo ensimmäisenä talvena. Toisena talvena myös AB 12 urapaikattiin. AB 16- ja AB 20- osuudet kuluivat keskenään suunnilleen yhtä nopeasti (tosin Lahdentiellä AB 16 urautui vähemmän kuin AB 20), mutta kuitenkin hitaammin kuin AB 25.

Vähän lajittuvat massat urautuivat enemmän, mutta kuluivat vähemmän kuin vastaavan raekoon normaalimassat. A-bitumiosuudet sijoittuivat normaaliin ja vähän lajittuvien massojen väliin niin urautumisen kuin kulumisenkin osalta.

Nurmijärvellä varsinkin AB 20 (A-bitumi) sekä AB 25 ja AB 20 lajit-
tuivat voimakkaasti, kun taas Lahdentiellä lajittumia oli hyvin vä-
hän. Moottoritietä päällystettäessä massa otettiin autoihin suoraan
sekoittimesta ja levitettiin Vögele-merkkisellä levittimellä. Nurmi-
järventiehen verrattuna levityskaista oli 0.3 m kapeampi. Lahden-

tiellä tehtiin myös massan päälleheittoa. Nurmijärvellä levitin oli Blaw Knox- merkkinen, ja massa otettiin autoihin siilosta. Lähes kaikki lajittumakohdat osuivat kuormien rajakohtiin, jotka oli merkitty päällysteen reunan maalilla. Kalustotekijöillä ja työmenetelmillä katsottiin olevan oleellinen vaikutus lajittumien syntyyn.

Uusien päällysteiden alhaiset kitka-arvot aiheutuivat ilmeisesti sideaineen pintaannoususta. Kesään 1985 mennessä kitkakertoimet asetuivat maksimiraekoon mukaiseen järjestykseen. Vähän lajittuvilla massoilla kitka oli jonkin verran pienempi ja A-bitumimassalla hiekan suurempi kuin normaalipäällysteillä. Lahdentiellä AB 8-, AB 12- ja AB 16-osuuskien kitkaa pidettiin liian alhaisena nopeusrajoitukseen nähden.

Uudenmaan piirin tekemän tasaisuusmittauksen mukaan eri osuuskien saumat (työsaumat) olivat epätasaisia.

Päätelmät

Asfalttibetonit 8 ja 12 eivät kestäneet vilkasta liikennettä, vaan ne kuluivat ja urautuivat melko nopeasti. A-bitumin käyttö lisäsi lajittumista (vt 3) ja poikkihalkeamia (vt 4). Työmenetelmillä ja kalustolla oli selvä vaikutus lajittumien syntymiseen.

Lähteet

- /42/ Laitinen, Leena, Maksimiraekoetiet. Espoo 1986, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 532. 48 s.
- /43/ Laitinen, Leena, Maksimiraekoko- ja A-bitumikoetiet. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 591. 47 s.
- /138/ Ylä-Rautio, Matti, Asfalttibetonin maksimiraekokeilut 1984. Helsinki 1985, TVH:n koeselostus. 39 s.

2.38 NURMEKSEN JA HELSINGIN RECYCLING-KOETIET VUONNA 1984 /115, 152/ (Uusioasfalttibetoni)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksella pyrittiin selvittämään kenttäkokeiden avulla lisäsideaineen, valmistuslämpötilan ja recycling-prosentin vaikutuksia lopulliseen recycling-massaan ja -päällysteeseen.

Sijainti

Kokeet tehtiin kahdessa päällystyskohteessa, Nurmeksessa ja Helsin-

gissä. Pohjois-Karjalassa kokeilu tehtiin valtatiellä 18 välillä Aronsalmi-Valtimo ja osuuden pituus oli 13.4 km. Helsingin osuus tehtiin Mekaanikonkadulle Herttoniemeen.

Koeosuudet

Valtatie 18 (Aronsalmi-Valtimo):

1. AB 16/120 RC 80 ja 100, lisäbitumi B-800, 125 °C
2. AB 16/120 RC 80 ja 100, lisäbitumi B-800, 140 °C
3. AB 16/120 RC 50, lisäbitumi B-300, 130 °C
4. AB 16/120 RC 80, lisäbitumi B-300, 125 °C
5. AB 16/120, lisäbitumi B-120, 155 °C
6. AB 16/120 RC 80, lisäbitumi B-120, 145 °C

Mekaanikonkatu (Helsinki):

1. AB 16 RC 55, lisäbitumi B-400, 150 °C
2. AB 16 RC 55, lisäbitumi B-200 ja Mobilsol 30, 150 °C

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin vuonna 1984. Kulumiserot Pohjois-Karjalassa mitattiin oikolaudalla keväällä ja syksyllä 1985 sekä 15.10.1986. Mittauksia suunniteltiin jatkettavaksi joka toinen vuosi. Molemmilla paikkakunnilla tehtiin silmämääräinen vauriokartoitus vuosittain.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen aloite tuli PANK:n recycling-toimikunnalta. Valtatielle 18 tehty osuus kuului TVL:n Pohjois-Karjalan piirin päällystysurakkaan VI C/1984. Urakoitsija oli Lemminkäinen Oy. Jälkiseuranta kuului piirille, joka myös raportoi havainnoistaan PANK:lle.

Helsingin koetien rakennutti HKR. Urakoitsijana toimi Valtatie Oy. Rouhe-, massa- ja poranäytteitä tutkivat TVH ja VTT.

Tulokset

Nurmeksessa massan lämpötilan säätöä vaikeuttivat asfalttirouheen korkea kosteusprosentti (noin 5 %) ja rouhekasassa ollut jää. Massan RC-prosenttia muutettiin rakeisuusvaatimuksien täyttämiseksi, ja massaan lisättiin 20 % 0-16 mm murskesoraa. Muutoin työ onnistui suunnitellusti.

Haluttuun asfalttirouheen sisältämän bitumin pehmentämisvaikutukseen päästiin lisäsideaineen oikealla valinnalla. Kova sideaine ilmeisesti lisäsi massan Marshall-stabiliteettia Nurmeksessa. Helsingissä ei

Taulukko 4. Uramittaus ja vauriokartoitus 15.10.1986 (Nurmes).

Lisäbitumi, sekoituslämpötila	Uransyvyyydet ka, mm				Halkeamat yhteensä			
	Vasen kaista		Oikea kaista		Pituus		Poikki	Verkko
	Reuna	Keski	Keski	Reuna	kpl	m	kpl	m ²
1. B 800 125°C (oik.k. RC 100, vas.k. RC 80)	3,0	1,2	3,2	2,5			5	
2. B 800 140°C (oik.k. RC 100, vas.k. RC 80)	0,8	1,0	1,8	1,3	3	18	4	
3. B 300 125°C (RC 80)	1,8	2,8	2,0	2,5	2	15	8	
4. B 300 130°C (RC 50)	1,3	1,8	2,0	2,7	3		4	
5. B 120 155°C (AB 16)	3,3	3,0	3,2	4,0	1	42	4	13
6. B 120 145°C (RC 80)	0,8	0,3	0,0	0,0			14	

Liikennemäärä 1982 osuuksilla 1-5 1270 ja osuudella 6 170 autoa/vrk (KVL).

lisäsideaineella havaittu olevan merkittävää vaikutusta stabiliteettiin. Helsingissä Marshall-arvot olivat paremmat kuin Nurmeksessa, minkä arveltiin johtuneen kovemmasta sideaineesta ja paremmasta ki-
viaineksen rakeisuudesta.

Lämpötilan vaihtelu ei vaikuttanut huomattavasti massaan, vaikkakin valmistuslämpötila vaikutti selvästi savukaasuihin. Myöskään RC-pro-
sentilla ei ollut vaikutusta massan ominaisuuksiin, koska eri osuuk-
silla pystyttiin valmistamaan samanlaista päällystettä.

VTT:n tekemien sekoituvuuskokeiden mukaan käytetyt lisäsideaineet
sekoittuivat hyvin asfalttirouheen sisältämän vanhentuneen bitumin
kanssa.

Päätelmät

Tarkempia tuloksia päällysteen kestävydestä katsottiin saatavan
jälkiseurannan avulla, mutta koeteistä saatujen kokemusten mukaan
vanhasta asfaltista voitiin valmistaa hyvää uutta päällystettä.

Lähteet

- /115/ Reihe, Mats et al, Nurmeksen ja Helsingin recyclingkoetiet
1984. Helsinki 1985, PANK, rc-toimikunta. 11 s.
- /152/ Ylä-Rautio, Matti, RC-koetie 1984 Nurmes, piirin uramittaus ja
vauriokartoitus 15.10.1986. TVH:n kunnossapitotoimisto 1986
(julkaisematon). 1 s.

2.39 SIPERNAT-KOKEILU JORVAKSENTIELLÄ /45, 121/ (Vaahdotettu piidioksidi-täytejauhe)

Tutkimuksen tavoite

Koetiellä selvitettiin Sipernat-täytejauheen vaikutusta asfalttibe-tonipäällysteen urautumiseen ja kulumiseen.

Sijainti

Koepäällyste rakennettiin kantatielle 51 (Jorvaksentie) tieosalle 02 Katajajarjun ja Otaniemen liittymien välille oikean ajoradan oikealle kaistalle.

Koeosuudet

1. AB 20/100, Sipernat
2. AB 20/100, vertailu
3. ABE 20/100, Sipernat
4. ABE 20/100, vertailu

Koeosuuksien pituus oli noin 400 m. Koko tieosan KVL oli 53900 vuonna 1985. Sipernat-pitoisuus oli 1. osuudella 11 % ja 3. osuudella 7 % täytejauheen määrästä, eli jauheen määrä massassa oli kummallakin osuudella 0.5 %.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koemassat suhteitti VTT:n tie- ja liikennelaboratorio. Päällysteet teki ja levitti TVL:n Uudenmaan piiri omana työnään. TVH tutki massa- ja päällystenäytteet ja oli tutkimuksen toimeksiantaja yhdessä Oy Algol Ab:n kanssa. VTT vastasi raportoinnista.

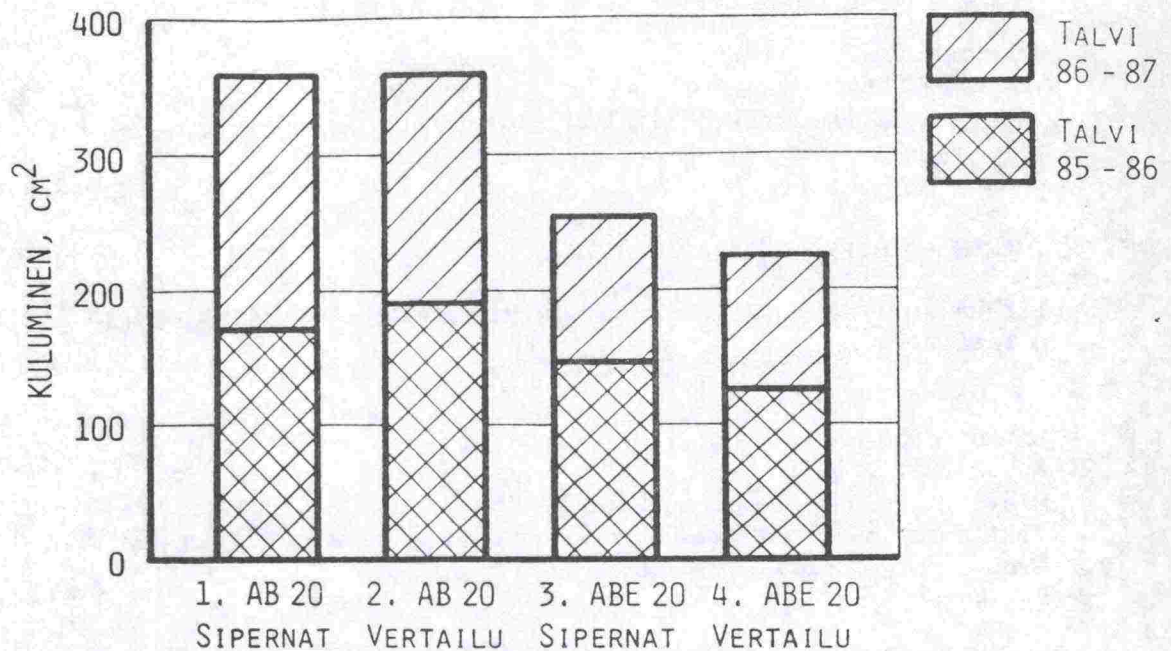
Toteutusaika

Päällysteet tehtiin heinäkuussa 1985. Uramittauksia ja jälkiseurantaa tehtiin kahden vuoden ajan, syksystä 1985 kevääseen 1987. Koeosuudet päällystettiin uudelleen kesällä 1987, jolloin uransyvyys oli suurimmillaan 22 mm.

Tulokset

Koetiellä syntyi selvä ero normaalikäyräisten ja epäjatkuvien massojen välille. Tavanomaiset päällysteet kuluivat ja urautuivat epäjatkuvia voimakkaammin. Sipernat-osuuksien keskimääräinen alku-urautuminen oli jonkin verran pienempää kuin vertailuosuuksien. Talvikau-

sina Sipernat-päällysteet urautuivat 22 % vertailupäällysteitä enemmän.



Kuva 31. Koeosuuksien kuluminen profiileista mitattuna.

Päätelmät

Sipernat-täytejauhelisäys paransi päällysteen stabiilisuutta lievästi. Nastarenkaiden aiheuttamaa urakulumista ei Sipernat vähentänyt. Kahden talven aikana uransyvyys kasvoi normaalikäyräisellä päällysteellä 82 % enemmän kuin epäjatkuvalla asfalttibetonilla.

Lähteet

- /45/ Laitinen, Leena, Sipernat-kokeilu Jorvaksentiellä. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimuslaskutus 619. 15 s.
 /121/ Sipernat-päällystekoeitie 1985. Helsinki 1986, TVH:n kunnossapitotoimisto. 14 s.

2.40 PITÄJÄNMÄENTIEN PÄÄLLYSTEKOKEILU /22/ (Trinidad Epure, Sipernat)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli tutkia Trinidad Epure -sideaineen ja Sipernat-täytejauheen ominaisuuksia asfalttibetonissa.

Sijainti

Päällysteet rakennettiin Pitäjänmäentielle Helsinkiin.

Koeosuudet

1. AB 20/IV, Trinidad Epure
2. AB 20/IV, Sipernat

Tutkimusprojektin organisaatio

Tilaaaja oli HKR:n katuosasto. Tutkimuksen teki VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin kesällä 1985. Paksuusprofiilometri- ja uramittaukset tehtiin saman vuoden syksyllä sekä keväällä ja syksyllä 1986.

Tulokset

Syksyyn 1986 mennessä olivat urat Sipernat-osuudella hieman suuremmat kuin Trinidad-osuudella. Ero oli syntynyt alku-urautumisessa. Talven aikainen urautuminen oli kummallakin päällysteellä keskimäärin 1.9 mm. Kesällä urasyvyyydet pienenivät 0.3 mm (1. osuus) ja 0.2 mm (2. osuus).

Trinidad-päällysteen poikkileikkaus kului niin ikään Sipernat-päällystettä vähemmän, mutta ero oli niin pieni, ettei sitä pidetty merkittävänä.

Päätelmät

Koepäällysteiden kuluminen ja urautuminen oli seuranta-aikana niin pientä, ettei koeosuuksien välille syntynyt mainittavia eroja.

Lähteet

/22/ Kankare, Esko & Laitinen, Leena, Pitäjänmäentien päällystekokeilun profiilimittaukset. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 2 s.

2.41 TRINIDAD-LUONNONASFALTTIKOKEILU VUONNA 1985 /46, 153/ (Trinidad-asfaltti, epäjatkuvakäyräinen päällyste)

Tutkimuksen tavoite

Päällystekokeilun tarkoituksena oli selvittää bitumiin B-80 sekoitetun luonnonasfaltin soveltuvuutta epäjatkuvan asfaltin ABE 20/100 sideaineeksi sekä sen vaikutusta kulumis- ja deformaatiokestävyyteen. Luonnonasfalttia käytettiin noin 25 % sideaineen määrästä.

Sijainti

Kokeilu tehtiin valtatiellä 4-5 (Lahden moottoritie) välillä Kunkkaamäki-Korso läntisellä ajoradalla Vantaan kaupungin alueella. Luonnonasfalttiosuuden ja vertailuosuuden yhteispituus oli 3.0 km.

Koeosuudet

1. ABE 20/100, B-80 5.8 %, Trinidad 2.0 %, pituus 1400 m
2. ABE 20/100, B-80 6.9 %, pituus 1631 m

Toteutusaika

Koe- ja vertailupäällysteet rakennettiin 22.7.-8.8.1985. Alustan uramittaukset 2 m oikolaudalla ennen alustan tasaamista tehtiin 17.7.1985. Kohteen vauriokartoituksen Uudenmaan piirin ja urakoitsijan edustajat tekivät 30.10.1985. Piiri mittasi tasaisuuden 22.10.1985. TVH teki koe- ja vertailupäällysteiden ulkonäkötarkastuksen 15.8.1985.

Vuosittainen jatkoseuranta tilattiin VTT:ltä, joka mittasi urasyvytydet syksyllä 1985, keväällä ja syksyllä 1986 sekä keväällä 1987. Koe- ja vertailuosuudet jyrättiin ja päällystettiin uudelleen elokuussa 1987.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilu tehtiin TVH:n aloitteesta. Mukana olivat myös VTT:n tie- ja liikennelaboratorio sekä TVL:n Uudenmaan piiri, jonka päällystysurakkaan IC/1985 koeosuudet kuuluivat. Urakoitsijana kokeilussa oli Kestoasfaltti Oy. Päällystenäytteiden ottamisesta vastasi TVH:n maa-tutkimustoimisto.

Tulokset

Koepäällysteiden rakentaminen onnistui melko huonosti. Vaikeuksia

aiheuttivat luonnonasfalttiosuuden massan valmistaneen koneaseman liian pieni Epuren sulatusteho (työsaumoja tuli Trinidad-osuudelle kolminkertainen määrä normaaliin verrattuna), huono levityskalusto ja tottumattomuus hankalasti työstettävän epäjatkovakäyräisen massan käsittelyyn. Erityisen paljon vaikeuksia ilmeni juuri luonnonasfalttiosuudella, jolta päällystekokeilu aloitettiin. Luonnonasfalttia käyttäen tehty massa oli sitkeää ja nopeasti kovettuvaa, ja sen työstettävyys oli vertailumassaa huonompi.

Tasaisuusmittauksen mukaan Trinidad-luonnonasfalttipäällyste oli vertailuosuutta ja urakan normaalityön päällystettä huomattavasti epätasaisempi. Työvirheluettelon mukaan koepäällysteessä oli perän repimisjälkiä, lajittumia ja pinnan avonaisuutta, joita ei vertailuosuudella mainittavasti todettu.

Luonnonasfaltin lämmityslaitteiston olisi pitänyt olla kapasiteettiaan tehokkaampi, jolloin massan valmistus ja levitys olisi saatu tehtyä jatkuvana työnä. Vaativan päällystyskokeilun levitys- ja tiivistyskalusto pitäisi valita kohteeseen sopivaksi. Valmistus- ja levityskalustojen kapasiteettien on sovittava yhteen.

Kokeilun valvoman olisi oltava jatkuvaa ja kattavaa. Urakoitsijan pitäisi noudattaa annettuja ja sovittuja ohjeita niin, ettei samoista laiminlyönneistä tarvitsisi huomauttaa toistuvasti.

Luonnonasfaltti lisäsi päällysteen neliöhintaa lähes 20 %. Trinidad-osuus urautui talvikuukausina selvästi vertailuosuutta enemmän. Keväeseen 1987 mennessä ero oli kasvanut tilastollisesti merkitseväksi.

Päätelmät

Trinidad Epure -osuus sekä urautui että kului selvästi enemmän kuin vertailuosuus. Urautumisessa ero oli suunnilleen 50 %, kulumisessa noin 20 %.

Lähteet

- /46/ Laitinen, Leena & Sistonen, Matti, Trinidad Epure -koetien profiilimittaukset Mo:llä 4. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 1 s.
- /153/ Ylä-Rautio, Matti, Trinidad luonnonasfalttikokeilu 1985. Helsinki 1986, TVH:n kunnossapitotoimisto. 21 s.

2.42 KUMIBITUMIKOKEILU KANTATIELLÄ 50 /139/
(Kumibitumi, betonipäällysteen korjaus)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa pyrittiin saamaan kokemuksia synteettisen kumipulverin käytöstä sideaineen osana. Samalla korjattiin vaurioitunut betonipäällyste jyrsimällä ja päällystämällä asfalttibetonilla. Kokeilupäällyste rakennettiin vilkasliikenteiselle tielle kulutus- ja muiden ominaisuuksien selvittämiseksi.

Sijainti

Koepäällyste tehtiin kantatielle 50 (Kehä III) Vantaalle Tammiston sillan kohdalle.

Koeosuudet

Koepäällyste oli AB 16. Alustana oli jyrsitty betonipäällyste. Asfaltin massamäärä vaihteli jyrsintäsyvyyden mukaan välillä 75-100 kg/m². Osuuden pituus oli noin 600 m.

Toteutusaika

Kokeilu tehtiin lokakuussa 1985. Seuranta on jatkunut vuosittain.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilum osallistuivat TVH (suunnittelu, seuranta), TVL:n Uudenmaan piiri (päällysteen tekeminen, seuranta) ja Lemminkäinen Oy, joka toimitti kumibitumin Lohjan tehtaaltaan.

Tulokset

Massan valmistus onnistui hyvin. Levitettäessä jäi paikoin sideaineläiskiä, ja työn alussa päällyste oli harvan näköistä. Loivaa ylämäkeä päällystettäessä massa liikkui huomattavasti jyrättäessä. Muutoin työ onnistui myöhäisestä ajankohdasta huolimatta.

Yli vuoden kulutuksen jälkeen (jälkitarkastus 26.3.1987) koepäällyste oli edelleen hyvässä kunnossa. Ajoin yli ulottuneita "villejä" poikkihalkeamia oli epäsäännöllisin välein 36 kappaletta. Purkautuman alkua oli noin 14 m² (0.2 % koepäällysteen pinta-alasta). Alueella ei ollut reikiä eikä paikkauksia lukuunottamatta Tammiston sillan kohtaa, jolla oli uusittu päällystettä noin 200 m². Päällyste oli tasainen, ja kulumisurat olivat vähäiset.

Päätelmät

Kumibitumiasfaltti kesti koeosuudella hyvin. Toisen talven aikana kuluminen ja urautuminen olivat vähäisiä, joskin päällyste oli siihen lisätyn sepelin takia hieman karkea. Kumipulverijauheesta si-deaineen osana katsottiin saadun lupaavia kokemuksia.

Lähteet

/139/ Ylä-Rautio, Matti, Betonipäällysteosuuden tarkastus 6.6.1985.
TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 1 s.

2.43 HEIJASTUSHALKEAMIEN EHKÄISEMINEN KÄYTTÄMÄLLÄ SUODATINKANKAITA /135/ (Pituus- ja poikkihalkeamien ehkäiseminen)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimus tehtiin uusittaessa valtatie 21 päällystettyä Ylitorniosta etelään. Tiellä oli joitakin pahasti vaurioituneita kohtia. Vauriot olivat ilmeisesti roudan aiheuttamia pituushalkeamia ja painumia, lisäksi alueella oli poikkihalkeamia. Uusintatyön yhteydessä selvitettiin, oliko vaurioiden heijastuminen uuteen päällysteeseen mahdollista estää.

Sijainti

Kokeilu tehtiin valtatiellä 21 tieosalla 112 TVL:n Lapin piirin alueella. Koealueen pituus oli 1000 m.

Koeosuudet

Halkeamien heijastumista yritettiin ehkäistä Terrafix-suodatinkankaalla (paino 350 g/m²) ja tätä lujemmalla Robusta 500 -lujitekan-kaalla (polypropeenimuovinen, ristiinpunottu). Tarkoitus oli myös kokeilla noin 100 m² alueella englantilaisten hyvällä menestyksellä käyttämää Tensar-lujiteverkkoa, mutta työn aikana verkko ei asettunut kunnolla tasausmassan päälle. Levittimen tullessa kohdalle verkko ruttaantui perän edessä, ja Tensarin käytöstä päätettiin luopua.

Toteutusaika

Päällysteen uusintatyö tehtiin kesällä 1985, tätä ennen keväällä oli tehty vaurioinventointi. Jälkitarkastukset valtatiellä tehtiin 15.1. ja 21.5.1986.

Tutkimusprojektin organisaatio

TVL:n Lapin piiri teki aloitteen tutkimuksesta vaurioiden heijastumisen ehkäisemiseksi. Oulun yliopiston tie- ja liikemelaboratorio laati tutkimussuunnitelman.

Tulokset

Halkeamat paikattiin bitumilla, ja kankaan alle levitettiin bitumiemulsiota 0.8 kg/m^2 . Päältä pain kangas kyllästettiin niin ikään bitumiemulsiolla. Kankaiden levitys onnistui kohtalaisesti, vaikkakin kankaan tarttuminen ajoneuvojen renkaisiin aiheutti ongelmia. Jos päälle levitetty bitumiemulsio olisi saanut kuivua kauemmin, ei tätä vaikeutta olisi ollut. Nyt pisin kuivumisaika ennen päällystämistä oli puoli tuntia.

Kolmessa kohdassa koko päällyste käsiteltiin noin 50 m matkalta, mutta muuten kankaan pituus (tai leveys) vaihteli välillä 2...15 m. Työsuunnitelmat tehtiin vauriokartoituksen perusteella. Mittausten mukaan routiminen eri koealueilla oli tasaista, eikä epätasaisia nousuja esiintynyt alueiden sisällä.

Alueille, joita ei mitenkään vahvistettu, ilmaantuivat ensimmäisen talven aikana uudelleen lähes kaikki aikaisemmat halkeamat.

Terrafix-alueelle paaluvälillä 800...1100 poikkihalkeamista ilmestyi uudelleen 50 % ja pituushalkeamista 15 %. Kankaalla oli selvästi vahvistavaa vaikutusta. Paaluvälillä 1550...1700 kaikista alueen halkeamista 80 % heijastui uuteen päällysteeseen.

Robusta-alueelle paaluvälillä 1100...1250 heijastui 40 % poikkihalkeamista ja 15 % pituushalkeamista. Myös tällä alueella kankaalla katsottiin olleen vahvistava vaikutus.

Yhteenvetona todettiin, että saadut tulokset eivät antaneet merkittävää lupausta lujite- ja suodatinkankaiden tehosta heijastushalkeamien torjumisesta. Ellei halkeamien ilmestymisvauhti jatkossa hidastu, otaksuttiin tilanteen koealueilla olevan ennen korjausta vastaava toisen tai kolmannen talven jälkeen. Kankaan koolla (koko tien leveydellä vaiko vain halkeaman alueella) ei näyttänyt olevan merkitystä pituushalkeamissa. Tilanteen oletettiin olevan täysin samanlainen poikkihalkeamien osalta.

Päätelmät

Heijastushalkeamien ehkäisyssä nähtiin kaksi mahdollista linjaa. Joko olisi käytettävä materiaaliltaan nykyistä lujempia teräs- ja lujiteverkkoja kantavassa kerroksessa (tai itse päällysteessä) tai olisi asennettava sellaisia vahvistuskankaita, joilla ei pyrittäisi-
kään estämään vanhan päällysteen halkeamista. Tällaiset kankaat toi-

misivat liukupintana, jolloin alustan halkeamat eivät heijastuisi uuteen päällysteeseen.

Lähteet

/135/ Turunen, Rauno, Heijastushalkeamien ehkäiseminen käyttämällä suodatinkankaita. Oulu 1986, Oulun yliopiston rakentamistekniikan osasto, tutkimusraportti. 5 s.

2.44 PAKSULAATTAKOE VUONNA 1985 /92/ (Paksu asfalttibetonipäällystekerros)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla pyrittiin saamaan tietoja normaalia päällystekerrosta paksumman asfalttibetonilaatan ominaisuuksista erittäin vilkasliikenteisten teiden kulutuskerroksena.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin kantatielle 51 (Jorvaksentie) tieosille 02 ja 04 sekä valtatielle 1 (Tarvontie) tieosille 04 ja 05.

Koeosuudet

Jorvaksentiellä tieosa 02 oli vertailuosuus (sama kuin Sipernat-koe-tiellä). Sen AB-päällysteen paksuus oli paksuusprofilometrimittauksen mukaan keskimäärin 3.6 cm (22.11.1985), eli noin 100 kg/m². Koeosuudella 04 ABE-päällysteen keskipaksuus oli 6.4 cm eli 150-160 kg/m².

Tarvontiellä tieosa 04 oli vertailu- ja 05 paksulaattaosuus. ABE-päällysteen paksuus kokeiluosuudella oli 22.11.1985 6.8 cm eli suunnilleen 170 kg/m².

Toteutusaika

Koepäällysteet rakennettiin kesällä 1985. Seuranta jatkuu edelleenkin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koepäällysteet rakennettiin TVL:n Uudenmaan piirin alueelle. TVH valvoi kokeilua. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio mittasi paksuus-

Taulukko 5. Jorvaksentie, kuluma mm/KVL:n 1000 autoa.

Mittauskohde	24.10.1985- 30.1.1986		30.1.1985- 18.4.1986		24.10.1985- 18.4.1986	
	Vert.	Paksul.	Vert.	Paksul.	Vert.	Paksul.
Ajokaista, reuna	1.4	0.6	1.2	0.9	2.6	1.5
Ajokaista, keski	1.5	0.6	1.4	0.6	2.9	1.2
Ajokaista, k-a	1.5	0.6	1.3	0.8	2.8	1.4
Ohitusk., reuna	3.1	0.2	2.0	1.0	5.1	1.2
Ohitusk., keski	2.0	0.8	1.4	1.3	3.4	2.1
Ohitusk., k-a	2.6	0.5	1.7	1.2	4.3	1.8

Reunaura tarkoittaa ajokaistalla oikeanpuoleista ajouraa ja ohituskaistalla vasemmanpuoleista ajouraa. Keskiura tarkoittaa vastaavasti ajokaistalla vasemmanpuoleista ajouraa ja ohituskaistalla oikeanpuoleista ajouraa.

Taulukko 6. Tarvontie, kuluma mm/KVL:n 1000 autoa.

Mittauskohde	Uramittaus		Paksuusmittaus (keskimääräinen laatan ohenema)	
	Vertailu Paksulaatta		Vertailu Paksulaatta	
Ajokaista, reuna	2.1	1.7		
Ajokaista, keski	1.9	1.9		
Ajokaista, k-a	2.0	1.8	2.5	
Ohitusk., reuna	5.0	4.3		
Ohitusk., keski	3.0	0.8		
Ohitusk., k-a	4.0	2.5	3.9	

Reunaura tarkoittaa ajokaistalla oikeanpuoleista ajouraa ja ohituskaistalla vasemmanpuoleista ajouraa. Keskiura tarkoittaa vastaavasti ajokaistalla vasemmanpuoleista ajouraa ja ohituskaistalla oikeanpuoleista ajouraa.

muutokset.

Tulokset

Vertailua varten laskettiin kullekin ajokaistalle liikennemäärä ja suhteellinen kuluma KVL:n 1000 autoa kohti. Laskelmien ja mittausten perusteella todettiin, että kevääseen 1986 mennessä paksulaattaosuuksien suhteellinen kuluma oli pienempi kuin vertailuosuuksien.

Päätelmät

Paksu päällystekerros kesti kulutusta normaalia asfalttibetonikerrosta paremmin suhteellisella kulumisella arvioituna. Kokeilun seuranta on kesken.

Lähteet

/92/ Paksulaattakokeilu. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, mittaus-
tulokset 1986 (julkaisematon). 12 s.

2.45 SAMMUTETUN KALKIN KOETIET /23/ (Sammutettu kalkki täytejauheena)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää sammutetun kalkin vaikutusta asfalttibetonin ominaisuuksiin. Tarkasteltavina olivat kuluminen, urautuminen, vaurioituminen ja lajittuminen.

Sijainti

Koetiet rakennettiin valtatielle 6 Valkealaan, valtatielle 7 Ruotsinpyhtäälle ja kantatielle 54 Riihimäelle.

Koeosuudet

Kussakin kohteessa oli vertailupäällysteen lisäksi kaksi koeosuutta. Osuudet olivat:

1. Seos 1 (40 % SK, 60 % KKJ)
2. Seos 2 (75 % SK, 25 % KKJ)
3. Vertailu (100 % KKJ)

SK on sammutettu kalkki ja KKJ kalkkikivijauhe. Koeosuuksien pituus

oli noin 1 km. Liikennemäärät eri teillä vuonna 1985 olivat seuraavat:

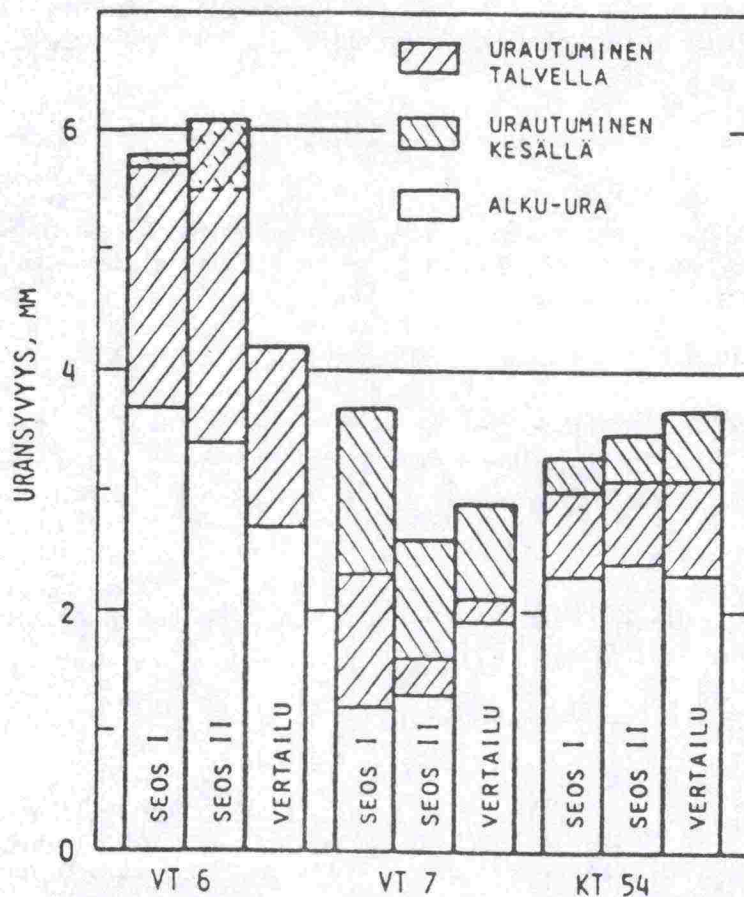
vt 6 6200 ajoneuvoa vuorokaudessa
 vt 7 3700 ajoneuvoa vuorokaudessa
 kt 54 3100 ajoneuvoa vuorokaudessa

Toteutusaika

Sammutetun kalkin koepäällysteet rakennettiin kesällä 1985. Teiden urat mitattiin vedettävällä uramittarilla syksyllä 1985 sekä keväällä ja syksyllä 1986. Kesällä 1986 tehtiin myös vauriokartoitus. Alustoiden vauriot oli kartoitettu ennen päällystämistä. Seuranta jatkuu edelleenkin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen tilaaja oli Rakennusaineteollisuus ry. Tutkimuksen teki VTT:n tie- ja liikennelaboratorio. Kokeiluun osallistuivat myös Oy



Kuva 32. Koepäällysteiden keskimääräiset uransyvydet.

Lohja Ab, Oy Partek Ab ja TVH.

Tulokset

Alku-urautuminen eri päällysteiden välillä oli kaikilla kolmella tiellä suunnilleen yhtä suurta. Talvella vertailuosuudet kuluivat hieman vähemmän kuin sammutetun kalkin osuudet.

Kesällä uransyvyiden muutos oli pienin 2-osuuksilla. Valtatiellä 7 ja kantatiellä 54 oli saumahalkeamia, viimeksimainitulla oli myös pirtuushalkeamia (varsinkin vertailuosuudella). Poikittaisia halkeamia oli kaikilla teillä. Valtatien 7 vertailu- ja seos 1 -osuuksilla niitä oli enemmän kuin mitä alustassa oli ollut. Kantatiellä 54 1-osuudella huomattiin sama ilmiö.

Valtateilla 6 ja 7 oli melko vähän lajittumia. Kantatiellä 54 niitä oli eniten (seos 2), minkä arveltiin johtuneen muista suuremmasta raekoosta sekä osuuden sijainnista osittain mäessä.

Päätelmät

Vuoden 1986 mittausten perusteella todettiin koepäällysteiden välisen erojen olleen vielä melko pieniä, eikä varmoja johtopäätelmiä voitu tehdä.

Lähteet

/23/ Kankare, Esko & Laitinen, Leena, Sammutetun kalkin koeteiden mittaukset 1986. Espoo 1986, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 3 s.

2.46 ASFALTINLEVITINTUTKIMUS 1986 /41/ (Levittimen vaikutus päällysteen ominaisuuksiin)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää erilaisten levittimien vaikutus päällysteen tiiveyteen, tasaisuuteen ja lajittumiin.

Sijainti

Levittimiä kokeiltiin TVL:n Uudenmaan piirin alueella kahdella eri tiellä, valtatiellä 1 (tieosat 06 ja 07) ja maantiellä 145 (tieosa 03). Edellisen päällyste oli ABE 20/100 ja jälkimmäisen AB 20/100.

Levittimet

Kokeilussa oli mukana kahdeksan eri levitintä:

1. Barber-Greene SB 137
2. Barber-Greene BG 235
3. Barber-Greene SA 41
4. Bitelli BB 52
5. Elg PE 1
6. Hoes 12000 R
7. Marini P 251
8. Vögele Super 1704

Levittimet olivat vuosimallia 1986 lukuunottamatta 3. konetta (se oli vanhempi). Levittimillä oli mukanaan oma kuljettaja ja perämies, muu henkilöstö ja kalusto olivat piirin. Levitysosuuksien pituudet olivat 800-1400 m valtatiellä 1 ja 500-700 m maantiellä 145. Kullakin levittimellä tehtiin puoli työvuoroa.

Toteutusaika

Päällysteet levitettiin 4.-8.8.1986. Seurantat raportti valmistui joulukuussa 1986.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimusta johtaneeseen ja valvoneeseen työryhmään kuului edustajia TVH:sta, TVL:n Uudenmaan piiristä, AUL:stä, Repelg Oy:stä, Oy Ekst-römin Koneliikkeestä, Oy E.Sarlin Ab:stä ja Machinery Oy:stä. VIT:n

Taulukko 7. Levittimien tekniset tiedot.

Levitin (vm)	Pituus perä ml. m	Korkeus m	Kuljetus- leveys m	Paino t	Massa- tuutin tilavuus t	Levitys- nopeus m/min	Renkaat	Etu- pyörät
Barber-Greene SB 137 (86)	6,55	2,97	2,5	14,8 perä ml.	13	0-27 I 0-45 II	11,00 x 20 R 4 kpl	ø 500 lev. 300
Barber-Greene BG 235 (86)	5,99	3,16	2,5	15,7 perä ml.	13	0-29,5	telalevitin	
Barber-Greene SA 41	5,69	2,36	3,1	11,5 perä ml.		0-84,4	telalevitin	
Bitelli BB 52 (86)	6,19	2,9	2,5	14,0 perä ml.	12	0-30	11,00 x 20 R	ø 550 lev. 300
Elg PE 1 (86)	6,9	2,0+0,8	3,3	13,2	12	0-15	315/80 x R 22,5 4 kpl	ø 500 lev. 500 2 kpl
Hoes 12000 R (86)	6,7	2,98	2,5	12,3	12,5	0,32	11,00 x 20 R 4 kpl	560/100 -410 4 kpl
Marini P 251	6,52	3,0	2,8	11,0	14	0-7 I 0-24 II	14,00 x 24 SR	ø 500 4 kpl
Vögele Super 1704 (86)	5,5	2,92	2,5	16,0 perä ml. 4 kpl	12	0-23,8	10,00 x 20 R	ø 550 4 kpl

Taulukko 8. Perien tekniset tiedot.

Merkki	Tyyppi	Paino t	Levitys- leveys m	Tampparin/tärypalkin säädöt		
				iskun- pituus mm	ulkonema mm	frekvenssi r/min
PT 2502	tamppaava tärypalkki	2,6	2,5-4,8 (-6,0 jatko- paloilla)	0-4		0-1400
Extendemat II	raskas hydrauliperä	3,7	2,5-4,75 (-6,75 jatko- paloilla)	5	1-2	0-1500
SA 41	tärypalkkiperä	2,4	2,5-4,8 (-6,0 jatko- paloilla)			0-2000
Bitelli BB 52	hydrauliperä, tärypalkki + tamppari		2,5-4,65 (-5,5 jatko- paloilla)	5	1	1100-2300 tamppari 1100-3500 tärypalkki
Elg SP 3,0 xx	raskas hydrauliperä, varustettu tampparilla	2,7	3,0 - 5,7	5	0,1	0-2000
VB 850 T	raskas hydrauliperä, tamppari + tärypalkki	3,26	2,5-4,75 (-8,5 jatko- paloilla)	4,2	0	0-1800 tamppari 0-2160 tärypalkki
Marini H 2,5	raskas hydrauliperä, tamppari + tärypalkki	3,0	2,5-4,8 (-6,0 jatko- paloilla)	3,2	0,4/0,5	840-1500 tamppari 960-3480 tärypalkki
Vögele Super 475	raskas hydrauliperä tamppari + tärypalkki		2,5-4,75 (-6,0 jatko- paloilla)	4-8	0-2	0-1500 tamppari 0-4500 tärypalkki

tie- ja liikemelaboratorio teki tutkimuksen.

Tulokset

Eri levittimien välillä ilmeni jonkin verran eroja. Barber-Greene SA 41 jätti selvästi muita epätasaisempaa jälkeä. Se oli vanha, mekaaninen levitin, ja rakenteeltaan se oli kevyt ja melko lyhyt.

Parasta jälkeä sai aikaan Hoes 12000 R, jonka tulos oli tiivis, tasainen ja melko vähän lajittunut päällyste. Hoesin paremmuus muihin koneisiin verrattuna ei ollut niin selkeä kuin Barber-Green SA 41:n muita huonompi tulos.

Päätelmät

Eri levittimien ehdotonta paremmuusjärjestystä ei tutkimuksen perusteella voitu osoittaa. Huonoin kone voitiin nimetä, mutta parhaimmasta katsottiin jo voitavan väitellä.

Lähteet

/41/ Laitinen, Leena, Asfaltinlevitintutkimus 1986. Espoo 1986,
VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 576. 20 s.

2.47 KERAVAN BITUMI- JA SERPENTINIITTIKOETIE VUONNA 1986 /39, 101/ (Raakaöljypohja, kumibitumi, serpentiniittitäytejauhe)

Tutkimuksen tavoite

Tarkoitus oli saada lisää tietoa eri raakaöljyistä valmistettujen tiebitumien ja synteettisistä polymeereistä valmistettujen kumibitumien ominaisuuksista. Tärkeimmät tutkimuskohteet olivat kulumis-, deformatumis- ja pakkaskestävyys. Serpentiniittitäytejauheosuutta (nikkelimalmin louhimman sivutuote) verrattiin normaaliin, kalkkikivi- täytejauheella tehtyyn asfalttibetoniin.

Sijainti

Bitumikoetie rakennettiin Lahden moottoritielle (vt 4) tieosalle 107 välille Järvenpää-Kerava. Kokeilupäällysteiden yhteispituus oli 6.8 km. Serpentiniittisuus oli välillä Kerava-Korso, ja sen pituus vertailuosuuksineen oli 1.5 km.

Koeosuudet

Bitumiosuudet:

1. B-120 Arabian Heavy (vertailu)
2. B-120 A-bitumi
3. B-120 Arabian heavy
4. B-120 Venezuela (Laguna)
5. B-120 Polymeeribitumi
6. B-200 Kumibitumi-1 (SBS 4 %)
7. B-200 Kumibitumi-2 (SBS 7 %)
8. B-200 Kumibitumi-3 (Pikiflex 7 %)
9. B-120 A-bitumi (arktinen laatu)

Tyypiltään päällyste oli ABE 20/100. Kaikkien osuuksien bitumipitoisuus oli 6.6 %. Kiviaines oli Usmin gabroa.

Serpentiniittiosuudet:

1. ABE 20/100, täytejauheena serpentiniitti 8 %
1. ABE 20/100, täytejauheena kalkkifilleri 8 %

Toteutusaika

Koetie rakennettiin 1.-7.7.1986 välisenä aikana. TVH teki oikolautauksen osuuksille 5.3.1987, ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorio teki paksuusprofiilimittauksen 28.7.1987. Seuranta oli tarkoitus jatkaa päällysteiden kestoiän loppuun saakka.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koetien suunnitteluun osallistui TVL:n Uudenmaan piirin, urakoitsijain, Neste Oy:n, VTT:n ja TVH:n edustajia. Sideaineiden, kiviainesten ja asfalttipäällysteiden laboratoriotutkimuksista vastasivat VTT, TVH, Neste Oy ja piiri. Koeratutkimuksia tekivät sekä Neste Oy että VTT. Kulumis- ja deformaatiomittauksista huolehti VTT, ja vauriokartoituksista vastasivat VTT ja TVH yhdessä. Serpentineitin toimitti Outokumpu Oy:n Hituran kaivos.

Päällysteen suhteitti piiri, joka myös rakensi koeosuudet omana työnään. Massat valmistettiin Maantiekylän asfalttiasemalla Tuusulassa.

Tulokset

Eri valmistajien tiebitumit täyttivät hyvin Asfalttinormien laatuvaatimukset. Kovettumistaipumukseltaan paras oli 1-osuuden Arabian Heavy ja huonoin 2-osuuden A-bitumi.

Vuoden 1987 kevääseen mennessä kumibitumipäällysteet kuluivat mitausten mukaan selvästi vähemmän kuin normaalibitumeista tehdyt koeosuudet, joista puolestaan paras oli osuuden 4 Laguna-bitumista tehty ja huonoin osuuden 2 A-bitumista tehty päällyste.

Serpentineittiosuus oli kulunut hieman vertailuosuutta enemmän, mutta ero ei ollut vielä merkittävä.

Päätelmät

Yhden talven jälkeen kumibitumiosuudet olivat selvinneet parhaiten, A-bitumi huonoimmin. Serpentineitin ominaisuuksista ei vielä saatu luotettavaa kuvaa.

Lähteet

- /39/ Kähkönen, Ari, Keravan serpentineittikoetie. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 620. 11 s.
- /101/ Peltonen, Petri & Saarinen, Leena, Keravan bitumikoetie 1986. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 596. 29 s.

2.48 POIKKIHALKEAMIEN ESTÄMISKOKEILU KUMIBITUMILLA VUONNA 1986 /1/ (Kumibitumi Cariphalte SF 2.5)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää Cariphalte SF 2.5 -kumibitumin soveltuvuus vanhan ja uuden AB-päällysteen välissä poikittaisten halkeamien heijastumisen estämisessä uuteen päällysteeseen alhaisissa lämpötiloissa. Lisäksi kokeiltiin bituminoitujen "laakerikivien" 11-16 mm ja kumibitumilla täytettyjen sahattujen halkeamien vaikutusta poikkihalkeamien ehkäisyssä.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin kantatielle 66 välille Alavus-Mäyry Kuortaneelle TVL:n Vaasan piirin alueelle. Koetien pituus oli noin 220 m.

Koeosuudet

1. Cariphalte SF 2.5 2.5-5.0 kg/m², bituminoitu sirote 4-8 mm noin 20 kg/m²
2. "Laakerikivet" eli bituminoitu sepeli 11-16 mm, noin 94 kg/m²
3. Sahatut halkeamat noin 2 cm, täyttö Cariphaltella, bituminoitu sirote 4-8 mm.
4. Vertailuosuus: alustalle levitetty bitumiemulsio BIE-0 0.3 kg/m²

Vertailu- ja koeosuudet päällystettiin välittömästi asfalttibetonilla AB 16/90.

Toteutusaika

Kokeilu tehtiin 15.-16.7.1986. Toukokuussa 1987 todettiin kokeilun seurannan jatkaminen tarpeettomaksi.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilussa olivat mukana TVH, TVL:n Vaasan piiri, Shell Oy (toimitti Cariphalten) ja Tehoasfaltti Oy, joka teki kokeilum liittävät työt.

Tulokset

Ennen kokeilua tiellä oli halkeamia 70 kpl/km eli noin 14 m välein. Eräiden aiempien tutkimusten mukaan asfalttipäällysteisten teiden keskimääräinen halkeamaväli oli noin 65 m. Alavus-Mäyry -välin erit-

täin halkeillut päällyste oli tehty vuonna 1969.

Koeosuuksien rakentaminen onnistui muuten melko hyvin paitsi, että kumibitumin levitys ei onnistunut tarkoitukseen varatulla sideaineen levittimellä suunnitelmien mukaan. Kumibitumi levitettiin siirtoautosta kolaten alustalle. Siksi Cariphalten levitys tielle ei tapahtunut täysin tasaisena kerroksena. Toisaalta levitysleveys oli koko tien levyinen yhdellä kerralla. Työn loppua kohti bitumin lämpötila laski hyväksytyn alarajalle.

Kumibitumi kovettui nopeasti. Sirote heitettiin lapiolla bitumin päälle heti, ja asfalttibetonipäällyste tehtiin noin 40 minuutin kuluessa.

Laakerikivien levitys toisella osuudella käsittelemättömälle alustalle asfaltinlevittimellä onnistui hyvin. Kivet tiivistettiin raskaalla valssijyrällä ennen päällystemassan levitystä.

Sahauksen jälkeen 3-osuuden alusta vaikutti puhtaalta, mutta aukisatut saumakohdat olisi pitänyt puhdistaa paremmin kivipölystä ja kosteudesta ennen kumibitumilla täyttöä. Bitumimassa kaadettiin laapiosta valuttaen, ja sauman päälle levitettiin bituminoitu sirote 4-8 mm. Sen jälkeen tehtiin päällyste.

Massan levitystyö sujui normaalisti. Massa vaikutti kunnolliselta, joskin se oli hiukan avonaisen näköistä. Tiivistyksen aikana päällyste liikkui jonkin verran enemmän Cariphalte-osuuksilla kuin laakerikivi- ja vertailuosuuksilla.

Vaasan piirin ja TVH:n halkeamakartoituksessa 5.5. ja 12.5.1987 todettiin poikkihalkeamien ilmestyneen kaikilla osuuksilla myös uuteen päällysteeseen.

Päätelmät

Kokeilla materiaaleilla ja työmenetelmillä ei kyetty estämään poikkihalkeamien syntymistä uuteen päällysteeseen samoilta kohdille kuin ne olivat olleet alustassakin.

Lähteet

- /1/ AB-päällysteen poikittaishalkeamien estämiskokeilu kumibitumilla 1986. Helsinki 1987, TVH:n kunnossapitotoimisto. 11 s.

2.49 TARTUKEKOKEILUT POHJOIS-KARJALASSA VUONNA 1986 /151/ (Raisamin-tartuke)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilussa selvitettiin mahdollisuutta korvata kalkkikivitäytejauhe joko kokonaan tai osittain Raisamin 200 -tartukkeella.

Sijainti

Kokeiluosuuksia oli kahdella tiellä: Hummovaara-Puhos -välillä kantatiellä 71 ja Tolosenmäki-Kitee -välillä maantiellä 487. Molemmat osuudet olivat Kiteellä TVL:n Pohjois-Karjalan piirin alueella. Koe-päällysteiden yhteispituus oli vajaat 20 km.

Koeosuudet

Kantatie 71:

1. Sideaine 6.0 %, kalkkifillleri 2.0 % (tavallinen)
2. Sideaine 5.8 %, Raisamin 200 0.5 %
3. Sideaine 6.0 %, Raisamin 200 0.5 %, kalkkifillleri 2.0 %
4. Sideaine 6.0 %, kalkkifillleri 2.1 % (tavallinen)
5. Sideaine 5.8 %, ei tartuketta eikä kalkkifillleriä

Kaikkien osuuksien päällyste oli AB 16/90.

Maantie 487:

1. Sideaine 6.0 %, Raisamin 200 0.5 %, kalkkifillleri 2.0 %
2. Sideaine 5.8 %, Raisamin 200 0.5 %
3. Sideaine 6.0 %, kalkkifillleri 2.0 % (tavallinen)

Päällyste oli AB 16/90.

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin kesällä 1986. TVH teki jälkitarkastuksen elokuussa 1987. Seuranta jatkuu edelleenkin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koetien rakennuttaja oli TVL:n Pohjois-Karjalan piiri. TVH seurasi kokeilua. Poranäytteet tutkittiin VTT:n tie- ja liikennelaboratoriossa.

Tulokset

Asfalttibetonin kalkkifillerin korvaaminen tartukkeella ei suurentanut päällysteen tyhjätilaa. Sideaine- ja täytejauhenäytteet täyttivät niille asetetut laatuvaatimukset.

Tartukkeellisten massojen haju oli tavallisesta poikkeava (ne haisivat ammoniakille). Raisaminia sisältäneet päällysteet olivat hieman tummempia kuin vertailuosuudet. Muita silmämääräisiä eroja ei huomattu.

Jälkitarkastuksessa 7.8.1987 ei todettu päällysteissä vielä mitään tavallisuudesta poikkeavaa. Poikki- ja pituushalkeamia sekä muita vaurioita ei ollut ensimmäisen talven jälkeen tavallista enempää. Yksikään osuus ei erottunut muista ratkaisevasti parempaan tai huonompaan suuntaan.

Päätelmät

Ensimmäisen talven jälkeen ei vielä voitu tehdä päätelmiä eri osuuskien keskinäisestä paremmuudesta. Raisamin 200 -tartuke teki päällysteestä tavallista tummempaa väristä uutena ja sai sen haisemaan ammoniakilta työvaiheessa.

Lähteet

/151/ Ylä-Rautio, Matti & Mustonen, Jyri, Tartukekokeilut AB:ssa.
TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 5 s.

2.50 MÄNTYÖLJYKOKEILU KITEELLÄ VUONNA 1986 /150/
(Mäntyöljypiki sideaineena)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilussa selvitettiin kotimaisen mäntyöljypien ominaisuuksia ja vaikutusta asfalttibetonin laatuun eri pitoisuuksina tavalliseen bitumiin sekoitettuna.

Sijainti

Koetie rakennettiin maantielle 486 välille Lepikko-Kitee. Tie on Kiteen kunnassa TVL:n Pohjois-Karjalan piirin alueella. Koetien koko pituus oli noin 4.75 km.

Koeosuudet

1. B-120 90 %, mäntyöljy 10 %
2. B-120 80 %, mäntyöljy 20 %
3. B-120 85 %, mäntyöljy 15 %
4. B-120 100 % (normaali päällyste)

Päällyste oli kaikilla osuuksilla AB 16/90.

Toteutusaika

Päällysteet rakennettiin kesällä 1986. TVH teki jälkitarkastuksen elokuussa 1987. Seuranta jatketaan edelleenkin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koetien rakennuttaja oli TVL:n Pohjois-Karjalan piiri, ja TVH seurasi kokeilua. Poranäytteet tutki VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Tyhjättila-arvojen perusteella mäntyöljyä voitiin käyttää sideaineen seassa 10-20 %. Mäntyöljypitoisuuden kasvaessa tyhjättila kuitenkin suureni. Päällysteiden ulkonäössä ei eroja voitu havaita. Mäntyöljypikeä tiivistettäessä massa tarttui jonkin verran jyrän valsseihin, mitä ei tavanomaisilla osuuksilla tapahtunut.

Elokuussa 1987 tehdyssä jälkitarkastuksessa päällysteiden todettiin olleen vielä hyvässä kunnossa: kulumiseroja ei näkynyt, deformaatioita ei ollut eikä kiviainesta ollut irronnut. Ulkonäköeroja ei ollut, ja muutamia halkeamia lukuunottamatta päällysteet olivat hyvässä kunnossa. Toisella osuudella ajettaessa tuntui lievää epätasaisuutta.

Päätelmät

Koepäällysteiden vähäisen kulumisen ja vaurioitumisen takia ei ensimmäisen vuoden jälkeen voitu sanoa mitään varmaa osuuksien keskinäisestä paremmuusjärjestyksestä. Päällysteen tyhjätilan todettiin kasvavan mäntyöljypitoisuuden nousun myötä.

Lähteet

/150/ Ylä-Rautio, Matti & Mustonen, Jyri, Mäntyöljykokeilu AB:ssa. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 3 s.

2.51 SUHTEITUSKOKEILU VALTATIELLÄ 1 /154/ (Kiviaines, suhteitus)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää suhteituksen sekä kiviaineksen, sideainepitoisuuden ja täytejauhepitoisuuden vaihtelun vaikutus päällysteen kulutuskestävyyteen.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin Lohjan kuntaan valtatielle 1 Myllylammelle. Koetien kokonaispituus oli noin 750 m.

Koeosuudet

Ajokaista Turku-Helsinki:

1. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 60 %, B-80 5.4 %, täytejauhe 13 %
2. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 60 %, B-80 5.5 %, täytejauhe 13 %
3. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 65 %, B-80 5.1 %, täytejauhe 15 %
1. Vertailu, AB 20/100, Mustion sepeli 89 %, B-80 5.8 %, täytejauhe 5 %

Ajokaista Helsinki-Turku:

2. Vertailu, AB 20/100, Mustion sepeli 89 %, B-80 5.8 %, täytejauhe 5 %
4. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 65 %, B-80 5.1 %, täytejauhe 15 %
5. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 70 %, B-80 5.5 %, täytejauhe 13 %
6. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 70 %, B-80 5.2 %, täytejauhe 13 %
7. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 75 %, B-80 5.1 %, täytejauhe 15 %
8. ABE 20/100, Koskenkylän sepeli 70 %, B-80 5.4 %, täytejauhe 13 %
9. ABE 20/100, Koskenkylän ja Nukarin sepeli 70 %, B-80 5.4 %, täytejauhe 13 %
3. ABE 20/100, Nukarin sepeli 70 %, B-80 5.5 %, täytejauhe 13 %

Toteutusaika

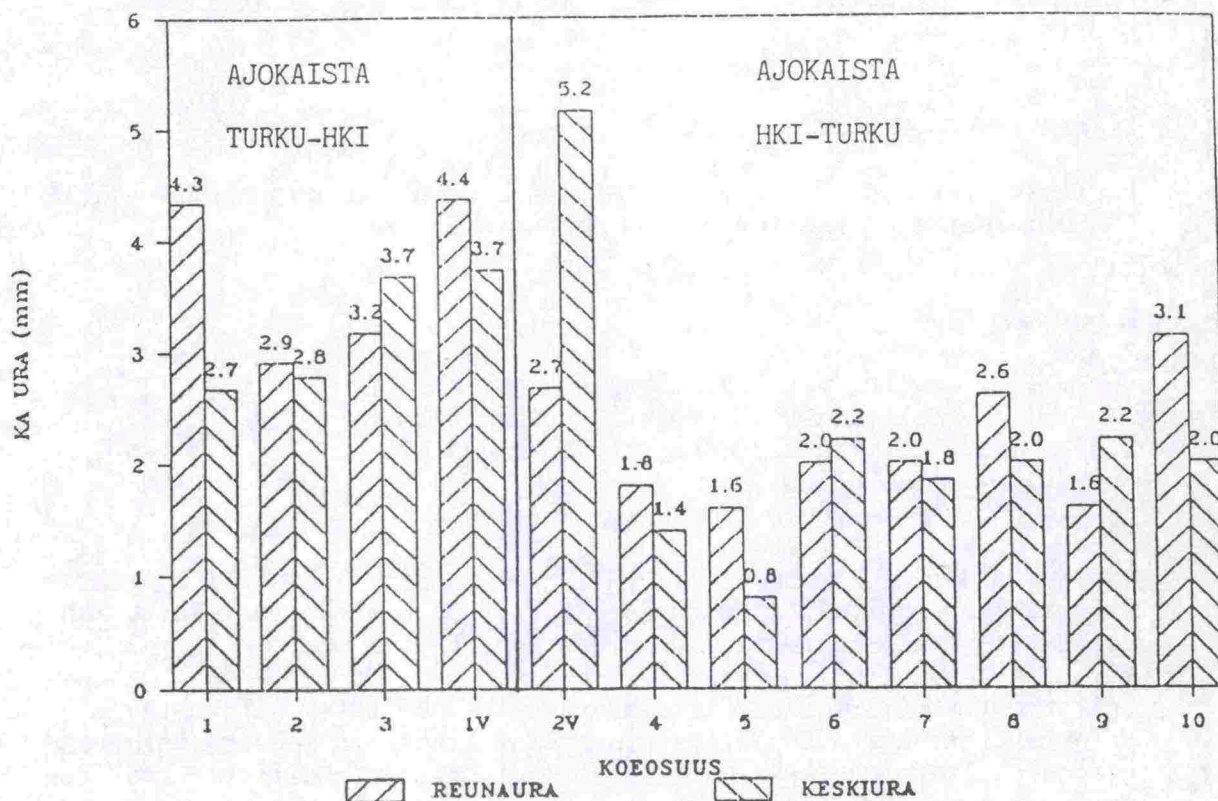
Koetie rakennettiin lokakuussa 1986. Uramittaukset tehtiin huhtikuussa 1987. Seuranta jatkuu edelleenkin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koetien rakennutti TVL:n Uudenmaan piiri. Urakoitsija oli Kestoasfaltti Oy. TVH valvoi kokeilua ja tutki poranäytteet.

Tulokset

Koko koetie kesti hyvin ensimmäisen, kovan pakkastalven 1986-87 nastakulutuksen. Summassa Turku-Helsinki ei urakulumissa ollut merkittäviä eroja. Paras oli osuus 2 ja huonoin osuus 1 (vertailu). Helsinki-Turku -summassa oli selvempi ero osuuden 2 (vertailu) ja epäjatkuvakäyräisten koeosuuksien urakulumassa. Pienin ura oli päällysteellä 5, suurin vertailuosuudella.



Kuva 33. Oikolautamittaukset 13.4.1987.

Päätelmät

Ensimmäisen talven perusteella ei voitu tehdä pitkälle meneviä päätelmiä eri sideaine- ja täytejauhepitoisuuksien tai kivilaatujen keskinäisestä paremmuudesta. Epäjatkuvakäyräiset koeosuudet olivat kuitenkin kestäneet liikenteen kulutusta normaalikäyräisiä päällysteitä paremmin.

Lähteet

/154/ Ylä-Rautio, Matti, Uramittausraportti U-piirin koetieltä vt 1 Myllylampi. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 3 s.

2.52 HÄMEEN PIIRIN PÄÄLLYSTEKOETIE VUONNA 1986 /38, 134/
(Drainor- ja splittmastixasfaltti, epäjatkuva rakeisuuskäyrä)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla selvitettiin eri päällystetyyppien kulutuskestävyyttä ja deformaatioalttiutta sekä avoimen, vettäläpäisevän asfaltin toimivuutta.

Sijainti

Päällysteet rakennettiin valtatielle 4 Lahden pohjoispuolelle välille Holma-Paimela. Koetien pituus oli noin 5.5 km.

Koeosuudet

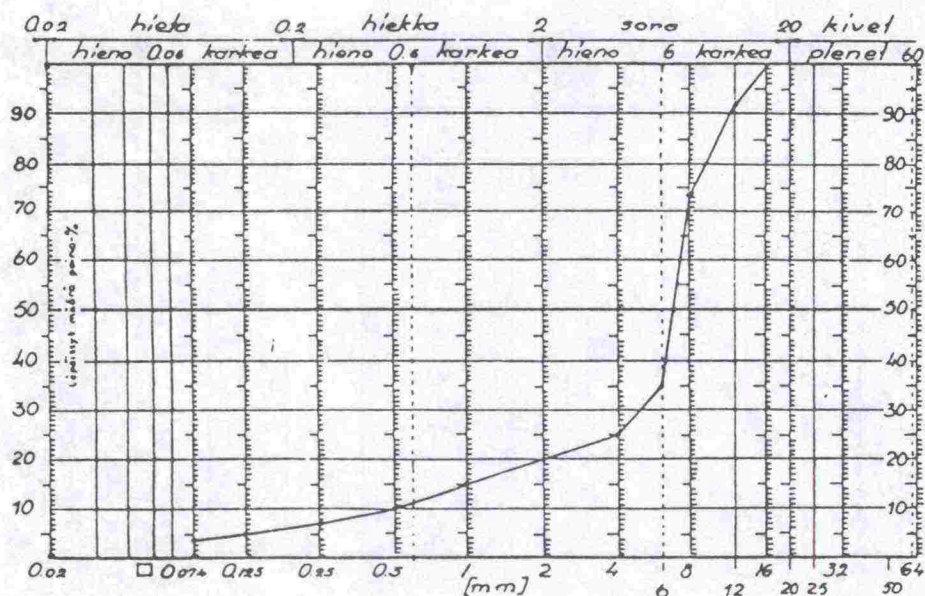
1. Avoin, vettäläpäisevä drainor-asfaltti
2. Splittmastix-asfaltti, kuitua 0.2 %
3. Splittmastix-asfaltti, kuitua 0.4 %
4. ABE 20/100
5. Urakkarkeitettu päällyste

Päällysteiden massamenekki oli 100 kg/m². Drainor-asfalttiin lisättiin massaa sekoitettaessa ruotsalaista Inorphill-kuitua. Kuitu mahdollisti tavallista runsaamman sideaineen käytön.

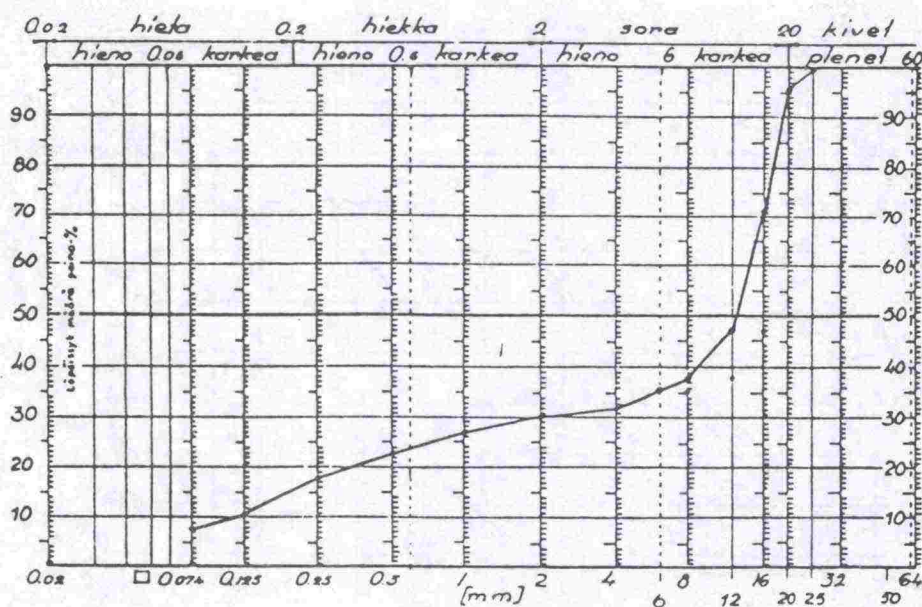
Splittmastix oli Saksan Liittotasavallassa kehitetty kulutusta ja deformaatiota kestävä päällyste. Massaan lisättiin sekoitusvaiheessa Arbocel-selluloosavillaa, joka stabilaattorina mahdollisti tavallista suuremman sideainepitoisuuden.

Epäjatkuvan asfalttibetonin sideainepitoisuus oli 6.7 %. Urakkarkeu-

tus tehtiin levittämällä tasatulle alustalle ensin massapintausta MP 16. Pintauksen päälle urien kohtiin levitettiin bituminoitua sirotekiveä 12-25 mm.



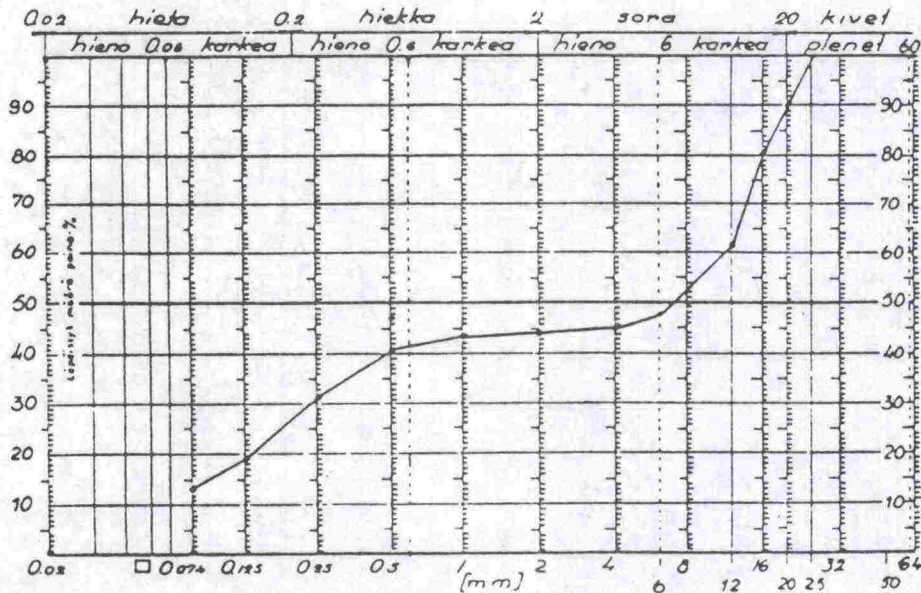
Kuva 34. Drainor-asfaltin rakeisuuskäyrä.



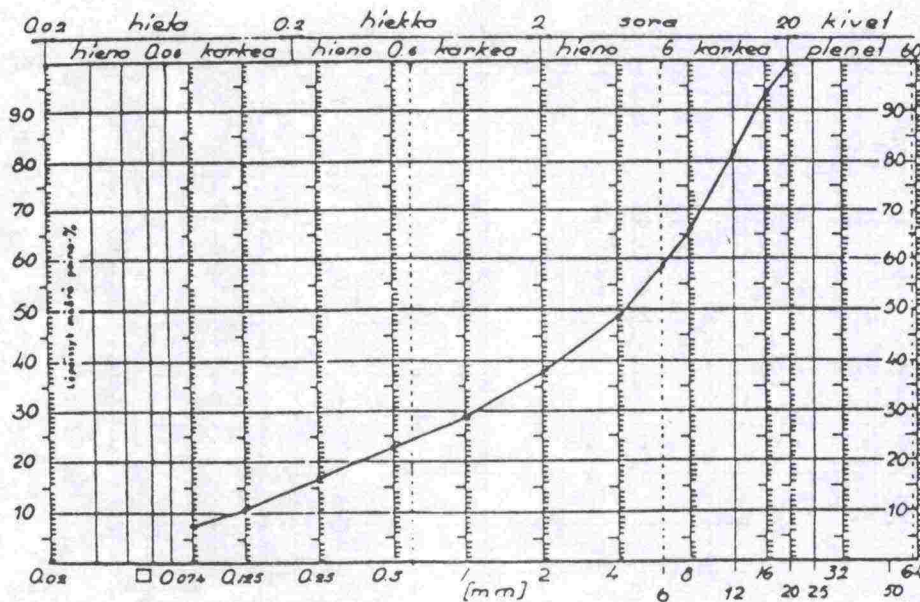
Kuva 35. Splittmastix-asfaltin rakeisuuskäyrä.

Toteutusaika

Päällystys aloitettiin 21.7.1986. Työt kestivät kaksi viikkoa. Jälkitarkastus päällysteille tehtiin elokuussa 1987. Seuranta jatkuu.



Kuva 36. Epäjatkuvan asfalttibetonin rakeisuuskäyrä.



Kuva 37. Massapintauksen rakeisuuskäyrä.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilu tehtiin TVL:n Hämeen piirin aloitteesta. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio huolehti mittauksista ja raportoinnista. Myös TVH seurasi koetta ja teki jälkitarkastuksen.

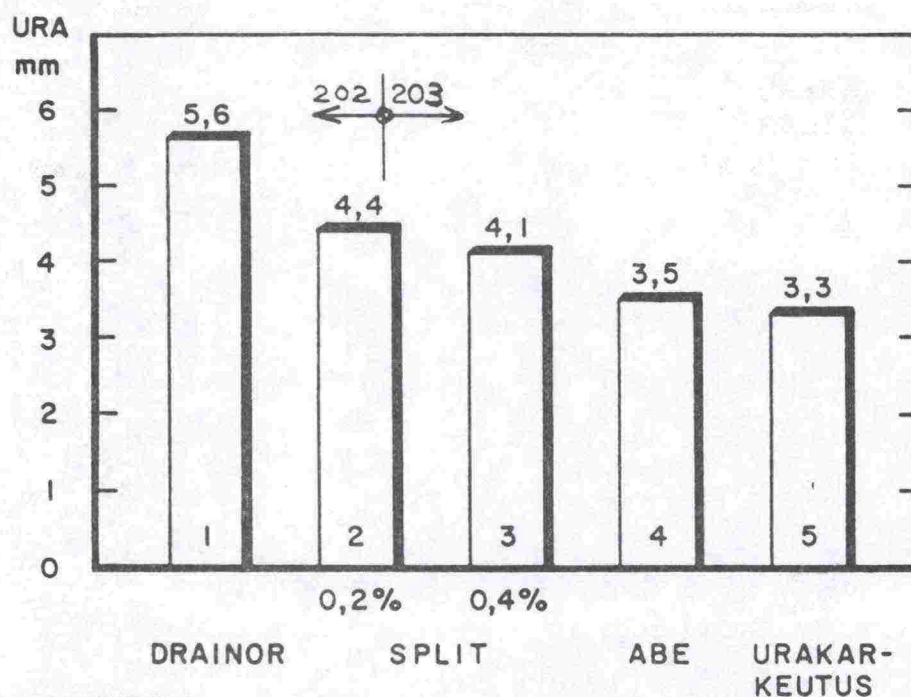
Tulokset

Ensimmäisen vuoden urakuluma koeosuuksittain KVL:n 1000 autoa kohti oli seuraava (TVH:n mittaus 21.8.1987):

1. Drainor	0.59 mm
2. Splittmastix 0.2 %	0.46 mm
3. Splittmastix 0.4 %	0.49 mm
4. ABE	0.49 mm
5. Urakarkeutus	0.46 mm

Drainor-osuuden pinta oli hiukan avoimen näköinen, mutta kiviainesta ei ollut irronnut. Molemmat splittmastix-osuudet olivat pimaltaan karkearakeisia, ja paikoittain reunassa ja keskisauman vieressä oli harvoja kohtia.

Epäjatkuvakäyräinen päällyste oli tasalaatuisimman ja siisteimmän näköinen koko koetiellä. Karkeutusosuuden kiviaines oli tummaa ja hyvin karkearakeista. Joitakin karkeutuskiviä oli irronnut pinnasta.



Kuva 38. Uramittauks tulokset 2 m oikolaudalla 21.8.1987.

Päätelmät

Liikennemäärään suhteutettuna drainor-päällyste oli kulunut ensimmäisen talven aikana eniten. Vähiten olivat kuluneet ABE- ja urakarekutusosuudet.

Lähteet

- /38/ Kähkönen, Ari, Hämeen piirin päällystekoetie 1986. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 589. 12 s.
- /134/ Toikkanen, Kalevi & Ylä-Rautio, Matti, Oikolautamittaus ja tarkastus koetiellä vt 4 202-203 21.8.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.

3 ÖLJYSORAPÄÄLLYSTERKOKEILUT

3.1 ÖLJYSORAN SEMENTTIKOE VUONNA 1976 /110, 112, 113, 114/ (Portland-sementti öljysorassa)

Tutkimuksen tavoite

Kokeessa pyrittiin selvittämään Portland-sementin vaikutus öljysorapäällysteiden lujuuteen ja käsiteltävyyteen.

Sijainti

Koepäällysteet tehtiin maantielle 2312 välille Punkalaidun-Murronharju Punkalaitumen kunnan alueelle.

Koeosuudet

1. Portland-sementti 2.0 %
2. Portland-sementti 3.0 %
3. Normaali öljysora

Massoihin lisättiin kaikilla osuuksilla tartuketta R-Amin (1.0 % sideaineen painosta). Sementtiä sisältäneiden osuuksien pituus oli 0.2 km.

Toteutusaika

Ennakkokokeet tehtiin TVH:n laboratoriossa keväällä 1976. Koeosuudet rakennettiin 5.8.1976. Jälkitarkastuksia koetiellä tehtiin vuosina 1977-1982.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tartukenäytteet tutki VIT, sementtipitoisten massojen ennakkokokeet teki TVH ja päällysteet rakensi TVL:n Turun piiri omalla työllään. Lohja Oy lahjoitti kokeilussa käytetyn sementin.

Tulokset

Ulkonäöltään sementtipitoinen massa oli ruskehtavan harmaata. Suuretkin rakeet olivat sideaineen tai hienon mastiksin peitossa. Sementti sekoittui tasaisesti muihin kiviainekseen ja tartukkeelliseen sideaineen kanssa, eikä esimerkiksi sementtijauheen paakkuuntumista todettu. Öljysora-asemalla tehdyt useat tarttuvuuskokeet sen sijaan

osoittivat sideaineen ja kiviaineksen välisen tarttuvuuden olleen huonon.

Levitettäessä massa oli työstettävyydeltään samanlaista kuin normaali kuivaamaton öljysoramassa. Se ei tarttunut jyrän valsseihin, eikä päällysteeseen syntynyt halkeamia. Tiivistettäessä todettiin, että pinta alkoi kovettua jo noin puolen tunnin kuluttua levityksestä. Väriltään normaali öljysora oli sementillä valmistettuja osuuksia vaaleampaa, ja sen pinta jäi tiivistyksen jälkeenkin jonkin verran pehmeäksi.

Rakentamisen jälkeen tehdyn tarkastuksen mukaan koeosuus 1 (Portland 2.0 %) oli väriltään selvästi normaalia öljysoraa tummempi ja pinnaltaan sileämpi. Purettu massa ei ollut uudestaan muokattaessa normaalin öljysoran tavoin sitoutuvaa.

Koeosuus 2 (Portland 3.0 %) oli ulkonäöltään samanlainen osuuden 1 kanssa, mutta hienoainesta ei ollut irronnut mainittavasti (osuudelta 1 irtosi hieman). Päällysteen pinta oli kova.

Normaali öljysoraosuus oli ruskehtavaa ja erottui selvästi sementtiosuuksista. Isot rakeet olivat paljaita tai niissä oli vähän sideainetta. Päällyste vaikutti hieman avonaiselta ja karkealta. Pinta oli luja, mutta helpohkosti purettavissa ja purettuna muokattavissa.

Tarkastuksessa 28.4.1977 todettiin päällysteiden pysyneen kunnossa, ja eri osuuksien värierot olivat tasaantuneet. Seuraavana vuonna tehdyissä tarkastuksissa (5.5. ja 29.8.) huomattiin 1. osuudella huomattavasti purkautuman alkua ja paikoitellen purkautumaa. Muut osuudet olivat vaurioitumattomia. Jälkitarkastuksessa 3.5.1979 myös enemmän sementtiä sisältäneellä 2. osuudella todettiin yksi purkautunut kohta.

Vuoteen 1981 (29.4.) mennessä molemmat sementtiosuudet olivat jo melko vaurioituneita, mikä tosin osittain johtui alustan pettämisestä. Normaali öljysorapäällyste oli tyydyttävässä kunnossa. Tarkastuksessa 5.5.1982 todettiin myös tällä osuudella verkkohalkeamia reuna-auralla.

Purkautumisherkkyiden ja kulumiskestävyyden selvittäminen ei onnistunut täysin. Ensimmäisenä vaurioitumaan alkanut 1. koeosuus oli kaarre- ja mäkikohdassa, ja sen vieressä ollut normaali öljysorapäällyste vaurioitui lähes yhtä pahoin. Sen sijaan 2. ja 3. osuus olivat suoralla ja lähes tasaisella tiellä.

Päätelmät

Sementin todettiin nopeuttavan öljysoramassan kovettumista ja mahdollistavan normaalia tasaisemman pinnan valmistamisen, koska kovuus esti urien syntymisen. Sementtipitoista öljysoramassaa ei voitu muokata.

Lähteet

- /110/ Päällystyskoe 1979. Helsinki 1980, TVH:n maatutkimustoimisto. 26 s.
- /112/ Päällystyskokeet 1976. Helsinki 1977, TVH:n maatutkimustoimisto. 49 s.
- /113/ Päällystyskokeet 1977. Helsinki 1978, TVH:n maatutkimustoimisto. 55 s.
- /114/ Päällystyskokeiden 1966-1976 jälkitarkastukset vuonna 1978. Helsinki 1979, TVH:n maatutkimustoimisto. 24 s.

3.2 RAPORTTI KANTATIEN 81 JA MAANTIEN 936 MITTAUKSISTA VUOSINA
1979-82 /4/
(Kevennetty öljysorapäällyste)

Tutkimuksen tavoite

Tarkoituksena oli selvittää, voitaisiinko vähäliikenteisten teiden päällysteinä käyttää normaalia 100 kg/m² pienempää öljysoramäärää. Samalla tutkittiin öljypitoisuuden pienentämismahdollisuuksia.

Sijainti

Koetiet rakennettiin kantatielle 81 osuuksille Lapin läänin raja -Rantalahti (TVL:n Oulun piirin alueelle) ja Oulun läänin raja -Aho-la (TVL:n Lapin piirin alueelle) sekä maantielle 936 välille Sieppi-järvi-Pasmajärvi (TVL:n Lapin piirin alueelle). Koeosuuksien yhteispituus oli 3.1 km.

Koeosuudet

Kantatie 81:

1. Parannettu tie II N-7/6, päällysrakenne 5/ös. Päällyste ös 18/70 (vertailupäällyste ös 18/100). Sideaine Tö-3 3.5 %, tartuke R-Amin T 8020 (1.2 % sideaineen määrästä). Pituus 1000 m.
2. Parannettu tie II N-7/6, päällysrakenne 5/ös. Kantava kerros (10...13 cm) murskesoria 0-60 mm ja 0-35 mm. Päällyste ös 20/70 (vertailupäällyste ös 20/100). Sideaine Tö-3 3.5 %, tartuke R-Amin T 8020 (1.2 % sideaineen määrästä). Pituus 500 m.

Maantie 936:

1. Parannettu savioratie, kantava kerros 15 cm murskesoraa 0-64 mm, tasattu murskesoralla 0-18 mm. Päällyste ös

20/70, sideaine BÖ-2 (3.3 % ja 3.1 %), tartuke R-Amin T 8020 (1.2 % sideaineen määrästä). Pituus 1600 m.

Toteutusaika

Kaikki koeosuudet rakennettiin kesällä 1979 kantatien 81 ja maantien 936 parantamistöiden yhteydessä. Seurantamittauksia teillä tehtiin vuosina 1979-82.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koetiet rakennettiin TVL:n Oulun ja Lapin piirien omina töinä. Päälysteet tutki Oulun yliopisto.

Tulokset

Vuoteen 1982 mennessä kantatien 81 kevennetty öljysorapäälyste oli vielä yhtä hyvässä kunnossa kuin vertailupäälyste. Maantien 936 päälyste oli jo jonkin verran vaurioitunut. Vaurioitumisen arveltiin johtuneen kantavan kerroksen pinnan poikittaisista epätasaisuuksista, alhaisesta sideainepitoisuudesta, rakeisuuden vaihtelusta, ajoradan kapeudesta, liian suuresta maksimiraekoosta kerrospaksuuteen verrattuna sekä tieosan kaarteiden jyrkkyydestä.

Massanäytteiden rakeisuudet olivat ohjearvojen mukaisia, ainoastaan kantatiellä 81 Oulun piirin alueella kiviaines oli hieman liian hienoa. Lapin piirin alueella koeteiden kantavuudet täyttivät kantavalle kerrokselle asetetut vaatimukset (E_2 vähintään 150 MN/m^2 ja E_2/E_1 enintään 2.2), mutta Oulun piirin alueella kantavuus oli hieman heikempi (vertailuosuudella E_2 oli 137 MN/m^2). Sideainepitoisuudet olivat yleensä ohjearvojen mukaisia. Maantiellä 936 koepäälysteen lopuosalla sideainetta oli kuitenkin vain 2.8 % vaatimuksen ollessa 3.3 %.

Päätelmät

Paksuusmittausten mukaan yhdenkään päälysteen paksuuden muutos ei ylittänyt 3 mm kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Profilometrimittaukset osoittivat, että reunaurat kasvoivat Oulun piirin alueella 6 mm syvyisiksi kolmen vuoden aikana. Lapissa urautuminen oli pienempää, minkä arveltiin johtuneen paremmasta kantavuudesta.

Kaikilla osuuksilla oli suunnilleen saman verran poikittaishalkeamia, mutta verkkohalkeamia, reikiä ja purkautumia oli eniten maantiellä 936.

Lähteet

/4/ Belt, Jouko, Kevennetty öljysorapäällyste. Oulu 1982, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. 14 s.

3.3 ÖLJYSORAN KENTTÄKOEITA VUOSINA 1979-80 /72, 145/ (Emmenaikaiset öljysoravauriot)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilulla pyrittiin selvittämään vuosina 1978 ja 1979 sattuneiden öljysorapäällysteiden epäonnistumisten syitä. Erityisesti tutkittiin sideaineen ja kiviaineksen merkitystä vaurioitumisessa. Koepäällysteitä tehtiin TVL:n Keski-Pohjanmaan ja Lapin piirien alueille.

Sijainti

Keski-Pohjanmaan piirin kokeiluosuudet olivat Toholammilla (mt 759) ja välillä Kannus-Viitajärvi Rahjassa (mt 7771), Lapin piirin Sodankylässä (vt 4). Koepäällysteiden yhteispituus oli 11.4 km.

Koeosuudet

Toholammin koetien kiviainekset olivat Raipon ja Pitkäkankaan murskesoria 0-18 mm ja 0-20 mm sekä Perkkiön mursketta 0-16 mm. Sideaineet olivat Neste Oy:n bitumiöljy BÖ-2, Shell Oy:n tieöljy PO-60 ja Esso Oy:n bitumiöljy BÖ-2 Ebanol. Sideainepitoisuus kaikilla osuuksilla oli 3.4 %. Tartukkeena käytettiin Raision Tehtaiden valmistettua R-Amin T8020 (1.2 % sideaineen määrästä). TVL:n Keski-Pohjanmaan piiri rakensi omalla työllään koetielle kaikkiaan 12 erilaista kiviaines-sideaineyhdistelmää.

Rahjan koetiellä valmistettiin osuudet Esson ja Nesteen bitumiöljyjä käyttäen. Kiviaines oli joka osuudella sama 0-16 mm kalliomurske. Sideaine- ja tartukepitoisuudet olivat samat kuin Toholammilla. Urakoitsija oli Tehoasfaltti Oy.

Sodankylän osuudella kokeiltiin Nesteen ja Esson bitumiöljyjä sideaineina. Kiviaines oli murskesoraa, jossa oli lietettä 1.0 % ja runsaasti humusta. Sideaine- ja tartukepitoisuudet olivat samat kuin edellä. Rakennustyön teki TVL:n Lapin piiri.

Toteutusaika

Rahjan osuus rakennettiin vuonna 1979, Toholammin ja Sodankylän osuudet vuonna 1980. Työnaikaisten tutkimusten lisäksi vuoden 1980

syksyllä tehtiin kaikilla osuuksilla jälkitarkastukset. Toholammin koetie tarkastettiin myös syksyllä 1981.

Tutkimusprojektin organisaatio

TVH tilasi tutkimuksen VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolta. Koetta valvoivat TVH:n maatutkimustoimiston ja VTT:n edustajat. Piirien omina työnä tekemiltä teiltä VTT otti päällystenäytteet ja teki jälkitarkastukset.

Tulokset

Kun kiviaines sisälsi lietettä ja humusta, Esson ja Shellin sideainetta sisältäneet päällysteet kestivät Toholammin kokeilussa Nesteen bitumiöljystä valmistettua öljysoraa paremmin. Myös Rahjan ja Sodankylän koeteiden jälkitarkastuksissa todettiin Esson bitumiöljyn olleen hieman Nesteen vastaavaa parempaa. Puhtaasta kalliomurskeesta valmistettu öljysorapäällyste oli säilynyt hyvässä kunnossa kaikilla bitumiosuuksilla Toholammilla.

Esson ja Shellin sideaineilla oli korkeampi alkuviskositeetti, enemmän bitumisia ainesosia ja haihtuvampi liuotin kuin Nesteen bitumiöljyllä. Näiden seikkojen takia kiviaineksen epäpuhtauksien määrän kasvu heikensi ensimmäisenä Nesteen bitumiöljykoeosuuksien kestävyyttä.

Shellin tieöljystä valmistetulla osuudella esiintyi jonkin verran sideaineen pintaannousua, jonka arveltiin johtuneen sideaineen muita korkeammasta alkuviskositeetista sekä bitumiöljyn ja veden välisen rajapintajännityksen pienemmyydestä.

Toholammin osuutta tehtäessä saattoi massassa tapahtua erottumista, koska pudotuskorkeus sekoittimesta oli noin 2 m. Varastoimmin hajontaa pienentävä vaikutus jäi siis todennäköisesti vähäiseksi.

Jälkitarkastuksessa Toholammilla 12.5.1987 todettiin Raipon kiviainesosuuksilla reikiä ja purkautumia Nesteen sideainekaistalla. Shellin sideainekaista oli kunnossa. Pitkäkankaan kiviainesosuudella tilanne oli sama. Perkkiön kiviaineksesta tehdyt osuudet (Shell ja Neste) olivat hyvässä kunnossa.

Raipon kiviaines ja Esson sideaine olivat kestäneet kutakuinkin hyvin. Pitkäkankaan kiviainesosuudella oli myös Esson sideaineosuuteen ilmestynyt vaurioita.

Päätelmät

Öljysoran vaurioitumiskestävyyden parantamiseksi bitumiöljyn tuli sisältää riittävästi kevyitä, helposti haihtuvia tisleitä. Nämä no-

peuttivat öljysoran alkukovenemista. Sideaineen viskositeetin jäyk-
keneminen paransi kulutuskestävyyttä.

Kiviaineksien rakeisuuteen ja puhtauteen tuli kiinnittää paljon huo-
miota. Esimerkiksi lietepitoisuudelle suositeltiin ylärajaksi 3-4 %
ja humuspitoisuudelle luokkaa III-IV. Kiviaineksen täydellinen murs-
kausaste vaikutti edullisesti öljysoran kestävyys.

Vastaavanlaisia kokeiluita öljysoramassoilla suositeltiin jatketta-
viksi.

Lähteet

- /72/ Marminen, Esa, Öljysoran kenttäkokeita 1979...1980. Espoo 1982,
VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 240. 54 s.
/145/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastus Kannus-Viitajärvi 12.5.1987.
TVH:n kumossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 16 s.

3.4 ÖLJYSORAN SIDEAINETUTKIMUS JA KENTTÄKOE VUONNA 1981 PARKANO-KARVIA /103/ (Bitumiöljyn laatuvaatimukset)

Tutkimuksen tavoite

Laboratorio- ja kenttäkokeilla selvitettiin bitumiöljyn koostumuksen
ja ominaisuuksien vaikutusta öljysorapäällysteen kestävyys. Ta-
voitteena oli kehittää bitumiöljyn laatuvaatimuksia.

Sijainti

Koetie oli maantie 274:n tieosalla 04-05 välillä Parkano-Karvia.
Päällystekokeilun kokonaispituus oli 5.2 km.

Koeosuudet

1. Bitumiöljy Neste tavallinen, alkuviskositeetti
487 mm²/s, pituus 880 m
2. Bitumiöljy Esso erikoislaatu, alkuviskositeetti
819 mm²/s, pituus 795 m
3. Bitumiöljy Neste erikoislaatu, alkuviskositeetti
723 mm²/s, pituus 1130 m
4. Bitumiöljy Neste koelaatu, alkuviskositeetti
331 mm²/s, pituus 742 m
5. Bitumiöljy Esso tavallinen, alkuviskositeetti
500 mm²/s, pituus 754 m
6. Bitumiöljy Neste tavallinen, alkuviskositeetti

489 mm²/s, pituus 851 m

Kaikkiin osuuksiin käytettiin murskesoraa 0-18 mm (Kantin murskaamo, Karvia).

Toteutusaika

Koetie rakennettiin 5.-11.8.1981. VTT teki jälkitarkastukset 30.9.1981 ja 28.5.1982.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen teetti TVH VTT:n tie- ja liikennelaboratoriossa. Kenttäkoe tehtiin TVL:n Turun piirissä, ja se oli osa piirin urakkaa II M/1981. Urakoitsijana oli Sata-Asfaltti Oy. Kiviaineksen toimitti piiri, sideaineet Neste Oy ja Oy Esso Ab sekä tartukkeen Raision Tehtaat.

Tulokset

Koepäällysteiden levitystyö sujui moitteettomasti. Jälkitarkastuksessa 30.9.1981 päällysteet todettiin hyväkuntoisiksi. Pintarakenteen karkeus mitattiin Sandpatch-menetelmällä. Sileimmäksi osoittautui koeosuus 4 (Neste koelaatu) ja karkeimmaksi koeosuus 5 (Esso tavallinen), mutta erot eivät olleet kovinkaan suuria.

Tarkastuksessa 28.5.1982 todettiin koeosuuksien kestäneen talven yli erittäin hyvin. Pahimman vaurion (halkaisijaltaan 30 mm reikä) arveltiin syntyneen kunnossapidon yhteydessä.

Esson tavallisen bitumiöljyn runsas bitumipohja mahdollisti erittäin stabiilin massan, joskin jähmepiste +10 °C saattoi aikaansaada kovan pinnan muodostumista massassa. Nesteen tavallinen laatu (jähmepiste +4 °C) oli tässä suhteessa parempi. Esson bitumiöljyn suuri liuotinmäärä saattoi lisäksi haitata massan alkustabiloitumista.

Jälkitarkastuksessa 15.7.1986 todettiin koetien ajoratojen olleen hyvässä kunnossa. Alustan ominaisuuksien takia päällysteen reunat olivat osittain pettäneet (verkkohalkeamaa 20...300 m/osuus). Eri sideaineiden vaikutusta päällysteen kestävyYTEEN ei tuolloinkaan ollut vielä todettavissa. Silmämääräisen tarkastelun perusteella kaikki osuudet olivat ulkonäöltään lähes samanlaisia.

Päätelmät

Jäykän bitumiöljyn viskositeettirajaksi ehdotettu 350...700 mm²/s oli arvo, joka vaikutti soveltuvan Suomeen. Silloin Nesteen ja Esson tavallisilla laaduilla saatujen tulosten katsottiin voivan toimia

laatuvaatimusten kehityspäätöteina.

Lähteet

/103/ Peltonen, Petri, Öljysoran sideainetutkimus ja kenttäkoe 1981 Parkano-Karvia. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 309. 54 s.

3.5 ÖLJYSORAVAURIOT VUONNA 1981 /104/ (Lyhytikäiset öljysorapäälysteet)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksessa selvitetiin öljysorapäälystyskohteiden ennen aikaisen vaurioiden syitä. Selvitys tehtiin analysoimalla vauriokohteista lähetetyt kiviaines-, sideaine- ja öljysoranäytteet. Lisäksi perehdyttiin piirien antamiin tietoihin päälystystyön aikaisista oloista sekä vaurioiden määrästä ja laadusta.

Sijainti

Selvityksen kohteina olivat maantie 447 (Porsaskoski-Pieksämäki), maantie 413 (Sysmä-Hartola), maantie 471 (Hanhivirta-Pölläkkä) ja maantie 561 (Vaaraslahti-Ruutana). Kohteiden yhteispituus oli 46.2 km.

Toteutus aika

Kaikki tutkitut osuudet rakennettiin päälystyskaudella 1981. Vaurioiden syitä selvittänyt tutkimus tehtiin syksyn 1981 ja kevään 1982 aikana.

Tutkimusprojektin organisaatio

Selvityksen toimeksiantaja oli TVH:n tierakennustoimisto. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio vastasi projektin toteutuksesta.

Tulokset

Öljysorapäälystekohteessa 351 (maantie 447) vauriot aiheutuivat kiviaineksen korkeasta liejupitoisuudesta (5.8 %) ja levitystyön aikaisista runsaista sateista. Korkea liejupitoisuus (4.0...7.0 %) oli myös kohteen 384 (maantie 413) epäonnistumisen syy.

Kohteen 386 (maantie 471) kiviaines oli erittäin lieju- ja vesipitoista (8.6 % ja 4.0 %), ja sen hienoainespitoisuus oli liian suuri. Kohteen 472 (maantie 561) kiviaines oli huonoa lujuuden (kiillettä oli yli 25 %) ja muotoarvon osalta. Myös Los Angeles -luku oli huono (38.5), mutta sen ei arveltu vaikuttaneen vaurioitumiseen kovin paljon.

Päätelmät

Vauriot aiheutuivat kiviaineksen liian korkeista lieju- ja vesipitoisuuksista.

Lähteet

/104/ Peltonen, Petri, Öljysoravauriot 1981. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 290. 31 s.

3.6 KYLMÄPÄÄLLYSTEKOKEET VUONNA 1982 /102, 141/ (Bitumiöljyemulsio ja bitumiöljy)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli verrata neuvostoliittolaisesta ja saudi-arabialaisesta raakaöljystä valmistettujen bitumiöljyjen soveltuvuutta öljysoran sideaineeksi. Lisäksi testattiin kolmen bitumiöljyemulsion toimivuutta öljysoran sideaineena.

Sijainti

Koepäällysteitä tehtiin kolmeen kohteeseen. Keski-Pohjanmaan piirin osuus rakennettiin Nivalaan maantielle 763 tieosalle 03-04 (Tölly-Lassila), Hämeen piirin koepäällysteet Somerolle maantielle 241 tieosalle 05 (Kitula-Seppälä) ja Ypäjälle maantielle 2812 tieosalle 02-03 (Koskenranta-Ypäjä). Koeosuuksien pituus Keski-Pohjanmaan piirissä oli 6.8 km ja Hämeen piirissä 6.9 km.

Koeosuudet

Maantie 763 (Tölly-Lassila):

1. Bitumiöljy Safania S 400
2. Bitumiöljy Neuvostoliitto V 400
3. Bitumiöljy Safania S 600
4. Bitumiöljy Neuvostoliitto V 600
5. Bitumiöljyemulsio BÖE 2000

6. Bitumiöljyemulsio BÖE 1000
7. Bitumiöljyemulsio BÖE 3000

Maantie 241 (Kitula-Seppälä):

1. Bitumiöljy Neuvostoliitto V 400
2. Bitumiöljy Safania S 400
3. Bitumiöljy Safania S 600
4. Bitumiöljy Safania S 600

Maantie 2812 (Koskenranta-Ypäjä):

1. Bitumiöljyemulsio BÖE 2000
2. Bitumiöljyemulsio BÖE 1000
3. Bitumiöljyemulsio BÖE 3000
4. Bitumiöljy Safania S 400

Toteutusaika

Tölili-Lassilan koepäällysteet rakennettiin 10.-19.8.1982, Kitula-Seppälän ja Koskenranta-Ypäjän 25.8.-7.9.1982. Jälkitarkastukset tehtiin samana syksynä ja vauriokartoitukset kesällä 1983. Jälkitarkastuksia tehtiin vuoteen 1987 saakka, jolloin seuranta lopetettiin.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen tilasi TVH VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolta elokuussa 1982. Päällysteet tehtiin TVL:n Keski-Pohjanmaan ja Hämeen piirissä omalla työllä. Tutkimus oli Neste Oy:n ja TVH:n rahoittama ja se kuului niiden väliseen kehitysohjelmaan.

VTT testasi massojen valmistuksessa käytetyt raaka-aineet ja massanäytteet sekä teki päällystyskohteissa koeesuunnitelman mukaiset jälkitarkastukset.

Tulokset

Bitumiöljyt V 400 ja S 400 täyttivät yhtä hyvin öljysoran sideaineen laatuvaatimukset, ja ne vastasivat viskositeetiltaan normitettua bitumiöljyä BÖ-2. Keski-Pohjanmaan piirissä esiintyi sideaineen pintaannousua S 600 - ja V 600 -osuuksilla.

Korkeaviskoosiset bitumiöljyemulsiot BÖE 2000 ja BÖE 3000 kestivät kulutusta paremmin kuin BÖE 1000. Bitumiöljyemulsiomassan murtumismekanismin tarkempaa tutkimista pidettiin tarpeellisena.

Hämeen piirissä noudatetun tavan mukaan öljysoramassa valmistettiin kuumana, ja näin tehdyt päällysteet kestivät hyvin kulutusta. Myös muut osuudet kaikissa kohteissa olivat ensimmäisen talvikauden jäl-

keen suhteellisen hyväkuntoisia.

Vuonna 1984 Tölly-Lassilan koetiellä tehdyssä tarkastuksessa todettiin kaikkien osuukien olevan hyvässä kunnossa. Koskenranta-Ypäjän osuudella 8.5.1986 tehdyn jälkitarkastuksen mukaan bitumiöljyemulsio-osuudet olivat kestäneet lähes yhtä hyvin kuin bitumiöljyosuus, vaikka emulsio-osuudet oli jouduttu rakentamaan erittäin huonon sään vallitessa.

Syyskuussa 1987 Koskenranta-Ypäjä -välillä tehdyssä vauriotarkastuksessa todettiin kaikkien bitumiöljy- ja bitumiemulsiopäällysteiden olleen edelleenkin hyvässä kunnossa.

Päätelmät

Bitumiöljyemulsioilla tehtyt osuudet kestivät yhtä hyvin kuin bitumiöljyillä tehtyt osuudet. Hämeen piirin kuivatut öljysoraosuudet olivat kuitenkin hiukan parempia kuin bitumiöljyemulsio-osuudet. Emulsioista parhaaksi osoittautui BÖE-2000.

Lähteet

- /102/ Peltonen, Petri & Seise, Antti, Kylmäpäällystekokeet 1982. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 387. 45 s.
- /141/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset Koskenranta-Ypäjä ja Kintula-Seppälä. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 14 s.

3.7 ÖLJYSORAN VARASTOINTITUTKIMUS VUOSINA 1985-87 /20/ (öljysoran tartuntaominaisuudet)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää kiviaineksen ja sekoituslämpötilan vaikutus kuumana sekoitetun öljysoramassan tartuntaominaisuuksiin, sekoituslämpötilan vaikutus tartukseen säilymiseen varastokassassa sekä tartukseen määrän ja laadun vaikutus.

Sijainti

Koetie rakennettiin TVL:n Hämeen piiriin maantielle 3173 välille Hatsina-Viitaila Hollolan kuntaan. Tien koeaikainen KVL oli 310 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Koeosuudet

Päällysteen alustana olivat routimattomat jakava kerros 0-65 mm so-ramursketta ja kantava kerros 0-35 mm murskesoraa. Massoja valmistettiin 11 erilaista:

1. I-luokan kiviaines, R-Amin 8020 1.2 %, sekoitus 20 °C
2. I-luokan kiviaines, R-Amin 8020 0.8 %, sekoitus 90 °C
3. I-luokan kiviaines, R-Amin 5050 0.8 %, sekoitus 90 °C
4. I-luokan kiviaines, Diamin 0.5 %, sekoitus 90 °C
5. I-luokan kiviaines, sekoitus 90 °C
6. IV-luokan kiviaines, R-Amin 8020 0.8 %, sekoitus 90 °C
7. IV-luokan kiviaines, R-Amin 5050 0.8 %, sekoitus 90 °C
8. IV-luokan kiviaines, Diamin 0.5 %, sekoitus 90 °C
9. IV-luokan kiviaines, sekoitus 90 °C
10. I-luokan kiviaines, R-Amin 8020 0.8 %, sekoitus 130 °C
11. I-luokan kiviaines, Diamin 0.5 %, sekoitus 130 °C

IV-luokan kiviaineen humuspitoisuus on suuri.

Toteutusaika

Koepäällysteet rakennettiin kahdessa vaiheessa: jokaisesta massasta levitettiin puolet tielle kesällä 1985 ja puolet vuoden varastoimien jälkeen kesällä 1986. Massoista otettiin näytteitä valmistuksen ja varastoimien eri vaiheissa. Tielle levitetyistä massoista näytteitä otettiin vuoden ikään asti. Koeraportti julkaistiin syksyllä 1987.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimus tehtiin TVH:n kumossapitotoimistossa, ja siihen osallistuivat myös Neste Oy, Raision Tehtaat Oy sekä TVL:n Hämeen piiri. Tutkimus oli tekn. yo Timo Järvisen diplomityö.

Tulokset

Parhaat ominaisuudet olivat massalla, jossa käytettiin tartuketta R-Amin 8020 ja jonka kuivattu kiviaines oli laadultaan hyvää.

Diamiini ei ollut niin herkkä kiviaineen vaikutukselle kuin tavallinen tartuke, eli huonosta tai tutkimattomasta kiviaineksesta tehdystä öljysorassa suositeltiin diamiinia käytettäväksi.

Kaksi vuotta levityksen jälkeen kaikki osuudet olivat lähes erinomaisessa kunnossa. Osa massoista tehtiin "ylikuumasta" kiviaineksesta, jonka lämpötila oli 130 °C. Liiallinen kuumentaminen ei kuitenkaan huonontanut massan ominaisuuksia.

Päätelmät

Tutkimuksen perusteella varastoimilla ei ollut vaikutusta kuivatus-
ta kiviaineksesta tehdyn öljysoran ominaisuuksiin. Päätelmä oli ris-
tiriidassa yleisen käsityksen kanssa. Kuivaamattoman, "tavallisen"
öljysoran ominaisuudet huononivat varastoitaessa.

Massasta uutetun sideaineen viskositeetin määritysmenetelmä saatiin
koemenetelmiä testattaessa aiempaa luotettavammaksi. Tosin kehitys-
työtä ehdotettiin vielä jatkettavaksi. Tartukepitoisuuden määritys
massasta osoittautui huonoksi menetelmäksi.

Lähteet

/20/ Järvinen, Timo, Varastoimien vaikutus kuumennetusta kivi-
aineksesta valmistetun öljysoran ominaisuuksiin. Espoo 1987,
Teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 68 s.

3.8 ÖLJYSORAN TARTUKEKOKEILU UUDENMAAN PIIRISSÄ VUONNA 1986 /142, 156/ (Kuivattu kiviaines)

Tutkimuksen tavoite

Kokeessa selvitettiin norjalaisen Jafagrip-tartukkeen vaikutusta
kuivatusta kiviaineksesta valmistetun öljysoran ÖSK 16/100 ominai-
suuksiin.

Sijainti

Koetiet rakennettiin TVL:n Uudenmaan piiriin Lohjalle (Vappulan pai-
kallistie 11119) ja Hyvinkäälle (Myllykylän paikallistie 11623).
Massat valmistettiin piirin asemalla Tuusulan Maantiekylässä.

Koeosuudet

Kummallekin tielle levitettiin kahta eri öljysoramassaa:

1. ÖSK 16/100, sideaine 3.7 %, Jafagrip 1.4 %
2. ÖSK 16/100, sideaine 3.7 %, Jafagrip 0.8 %

Kumpaakin massaa valmistettiin yli 500 tonnia.

Toteutusaika

Koetiet rakennettiin lokakuussa 1986. Jälkitarkastukset tehtiin seuraavana vuonna. Seuranta jatkuu.

Tutkimusprojektin organisaatio

Mukana tutkimuksessa olivat TVH, TVL:n Uudenmaan piiri sekä VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, joka tutki bitumiöljyn ja tartukkeen.

Tulokset

Kokeilumassojen sideaine- ja hienoainespitoisuudet olivat normaalia korkeammat. Sillä saattoi olla merkitystä massan laadun ja tartukkeen arvostelussa. Tartukkeen sekoitus sideaineeseen tapahtui normaalista poikkeavasti: yleensä tartuke sekoitetaan sideaineeseen jo jalostamolla, mutta tällä kerralla sekoitus tehtiin vasta koneasemalla kuljetusauton säiliössä.

Vuonna 1987 tehdyissä jälkitarkastuksissa todettiin koepäällysteiden olleen vielä erinomaisessa kunnossa.

Päätelmät

Kokeiltu tartuke Jafagrip AD 4 F soveltui kuivatusta kiviaineksesta tehdyn massan valmistukseen. Tartukkeen soveltuvuus kuivaamattomasta kiviaineksesta tehtyyn päällysteeseen jäi kuitenkin selvittämättä (lisäkokeilu tehtiin vuonna 1987 Kymen piirissä).

Lähteet

- /142/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset Vappulan ja Myllykylän paikallisteilla 28.5. ja 25.9.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.
- /156/ Ylä-Rautio, Matti, ÖSK:n tartukekokeilu 1986 TVL:n Uudenmaan piirissä. TVH:n kunnossapitotoimisto 1986 (julkaisematon muis-
tio). 5 s.

4 MUIDEN BITUMILLA SIDOTTUJEN PÄÄL- LYSTEIDEN KOKEILUT

4.1 SIROTEPINTAUKSET TVL:N TURUN PIIRISSÄ VUOSINA 1974-80 /120, 127, 128/ (Sirotepintaus)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimus koski TVL:n Turun piirissä vuosina 1974-77 tehtyjen sirotepintausten vauriotarkastuksia. Lisäksi seurattiin vastaavaa piirin sirotepintausten vauriotarkastelua vuosina 1978-80 sekä vuonna 1978 tehtyä kokeilua, jossa selvitettiin bitumiemulsion N-1 soveltuvuutta sirotepintauksen sideaineeksi päällystetyllä tiellä.

Sijainti

Kaikkiaan TVL:n Turun piiri rakensi vuosina 1974-80 sirotepintausta noin 4.7 miljoonaa neliometriä, joka vastasi 700 km tiepituutta. Erillisiä kohteita oli 73.

Koeosuudet

Osuuden keskimääräinen koko oli 64380 m². Sirotepintauksen rakentamisolustoina olivat murskesora (24 osuutta), bitumiliuossora tasattuna tai ilman tasausta (24), asfalttibetoni tasattuna tai ilman tasausta (16), sora-asfalttibetoni tasattuna (3), öljysora tasattuna tai ilman tasausta (3), bitumisora (1), puu (1, silta) ja tasausmasa (1, silta).

Yleisimmin kiviaines oli raekooltaan 6-12 mm, 10-16 mm, 12-18 mm, 14-20 mm, 14-22 mm tai 14-25 mm. Eniten käytetty koko vuoteen 1979 saakka oli 14-20 mm. Vuonna 1980 sen syrjäytti kuitenkin 6-12 mm, mikä vähensi sideainetarvetta: sirote 14-20 mm vaati sideainetta BL-5 sidotulla alustalla 2.0 kg/m² ja sitomattomalla alustalla 3.0 kg/m², kun sirotetta 6-12 mm tarvittiin 1.1-1.7 kg/m² sidotulla ja 1.7 kg/m² sitomattomalla alustalla. Kahta eri raekokoa käytettiin IPK-menetelmässä, jossa alustalle Layton-levittimellä laskettu 14-20 mm sirote jyrättiin ja päälle levitettiin bitumiliuoskerros sekä 4-8 mm sirote ennen toista jyräyskertaa.

Yleisin sideaine oli BL-5. Jonkin verran kokeiltiin myös sideaineita BE N-1 ja BL-5s, jonka "alapään" viskositeettia oli nostettu lisäaineilla (kivien tartuntavoima parani ennen liuottimen haihtumista). Kun tartuketta käytettiin, sen määrä oli yleensä 0.6...1.2 % sideainemäärästä.

Tutkimusprojektin organisaatio

Tutkimuksen teki VTT:n tie- ja liikennelaboratorio TVH:n tienraken-
nustoimiston toimeksiannosta. Pintaustyöt teki Turun piirin sirote-
ryhmä.

Tulokset

Sirotepintausta reagoi herkästi työnaikaisiin virheisiin eli epäonnis-
tui helposti. Yleensä kivet joko irtoilivat tai upposivat sideainee-
seen. Päälystäminen oli tehtävä lämpimän sään aikana. Lisäksi sään
piti olla työn jälkeenkin useita viikkoja lämmin, jotta sideaineen
liuotin haihtui ja liikenne tiivistä pinnan tehokkaasti. Kesä- ja
heinäkuu katsottiin parhaaksi ajaksi sirotepintausten teolle.

Sirotepintausta oli epätasainen, uuden päälysteen epätasaisuusluku
saattoi olla jopa kaksinkertainen asfalttibetoniin verrattuna. On-
nistunut sirotepintausta kesti melko vilkastakin liikennettä, ja sen
kulutuskestävyys oli pinnan paksuuteen nähden hyvä. Kantavuutta si-
rotepintausta ei kuitenkaan lisännyt.

Vilkasliikenteisillä osuuksilla pintaaukset urautuivat voimakkaasti.
Tämä ja sideaineen pintaannousu olivat korjattavissa pintaauksen alla
olleen tasausmassan tai päälysteen stabiliteetin lisäyksellä.

Melumittausten mukaan sirotepintausta oli 7-9 dB asfalttibetonia ää-
nekkäämpi. Myös vierimisvastus oli noin 20 % suurempi kuin asfalttil-
la.

Vuonna 1978 tehdyssä sideainekokeilussa todettiin, että bitumiemul-
siolla N-1 liimattu sirote purkautui päälystämistä seuranneina
viikkoina pahoin, kun taas BL-5 -siroteosuuks kesti hyvin. Emulsio-
pintaauksen kontakti kiviaineksen kanssa ja kiviaineksen mukautuminen
alustaan tapahtui hitaammin kuin bitumiliuoksen, minkä vuoksi emul-
siosirote purkautui pääasiassa uutena. Bitumiliuos "liuotti" ja peh-
mitti tien pinnan, niinpä kiviaines mukautui hyvin alustaan ja tu-
keutui siihen tiiviisti heti päälystämisen jälkeen.

Päätelmät

Turun piirin vaurioselvityksen mukaan sirotepintausten vaurioitumi-
sen yleisimmät syyt olivat siroteen painuminen tasausmassan sisään,
liian hienoinen sirote, liian pieni sideainemäärä, talvi-
kunnossapidon aiheuttamat vauriot ja kylmä, sateinen sää päälystys-
työn aikana. Vaurioiden määrä vaihteli vuosittain, mutta päälystei-
den vaurioitumisalttius ei pienentynyt tarkastelujakson kuluessa.

Lähteet

- /120/ Seise, Antti & Sistonen, Matti, Sirotepintaukset tie- ja vesi-rakennuslaitoksen Turun piirissä 1978-80. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 280. 50 s.
- /127/ Sistonen, Matti, Sirotepintaukset TVL:n Turun piirissä 1977. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 108. 28 s.
- /128/ Sistonen, Matti, Sirotepintaustutkimus. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 70. 56 s.

4.2 SORATIEN TEHOSTETTujen HOITOMENETELMIEN KOKEILUT TVL:N TURUN JA POHJOIS-KARJALAN PIIREISSÄ VUOSINA 1978-79 /129, 130/ (Halpa kumossapito)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilut tehtiin sorateiden pölyämisen, irtokivien, kuoppien ja muiden haittojen vähentämiseksi päällystämistä halvemmin keinoin öljypohjaisia sideaineita käyttäen. Vertailuosuuksina koeteille rakennettiin halvimpina varsinaisina päällysteinä öljysoraa ja kevytasfalttibetonia.

Sijainti

Turun piirissä tehostettuja hoitomenetelmiä kokeiltiin vuonna 1978 Stenbergan paikallistiellä (pt 12253, rakentamaton) Maskussa ja Iskolan paikallistiellä (pt 12135, rakennettu) Merimaskussa. Kokeiluosuuksien pituus Stenbergan paikallistiellä oli 6.0 km ja Iskolan paikallistiellä 3.5 km. Vuoden 1979 kokeet tehtiin maantielle Virtaa-Alastaro (mt 2133) 5.3 km pituiselle osuudelle.

Pohjois-Karjalan piirin kokeilu tehtiin vuonna 1979 Kiteelle paikallistielle Kumoniemi-Potoskavaara (pt 15545). Kokeiluosuuksien pituus oli 5.8 km.

Koeosuudet

Turun piiri 1978:

1. Öljysora (ös 12/70)
2. Imeytys ja pintakäsittely (IPK)
3. Sorapintausta (SOP)
4. Sirotepintausta (SIP)
5. Pölynsidonta (Pös)
6. Kevytasfaltti (KAB 16/70)
7. Tiesekoituksella tehty öljysora (ös/tiesekoitus)

Eri hoitomenetelmillä vaihdeltiin lisäksi kiviaineksen rakeisuutta, sideaineen laatua ja sideainepitoisuutta.

Turun piiri 1979:

1. Öljysora (ÖS 16/80, BÖ-2 3.5 %)
2. Sorapinta (SOP, BL-5 2.1 kg/m²)
3. Sorapinta (SOP, BL-5 1.7 kg/m²)
4. Sorapinta (SOP, BÖ-2 2.1 kg/m²)
5. Sorapinta (SOP, BÖ-2 1.7 kg/m²)
6. Sorapinta (SOP, BÖ-4 2.1 kg/m²)
7. Sirotepinta (SIP, BL-5 2.7 kg/m²)
8. Sirotepinta (SIP, BL-5 1.8 kg/m²)
9. Sirotepinta (SIP, BE N-1 2.7 kg/m²)

Pohjois-Karjalan piiri 1979:

1. Sirotepinta (SIP, BL-5 2.5 kg/m²)
2. Sorapinta (SOP, BL-5 2.1 kg/m²)
3. Sorapinta (SOP, BÖ-4 1.7 kg/m²)
4. Sorapinta (SOP, BÖ-4 2.1 kg/m²)
5. Sorapinta (SOP, BE S-0 2.6 kg/m²)
6. Öljysora (ÖS 15/70, BÖ-2 3.6 %)
7. Öljysora (ÖS 18/90, BÖ-2 3.5 %)
8. Öljysora (ÖS 18/100, BÖ-2 3.5 %)

Toteutusaika

Turun koeosuudet rakennettiin 4.7.-2.10.1978 ja 4.6.-5.7.1979, Pohjois-Karjalan osuudet 18.6.-4.7.1979. Jälkitarkastuksia koeteillä tehtiin kesällä ja syksyllä 1978 sekä keväällä 1979 ja kesällä 1980.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilut tehtiin TVL:n Turun ja Pohjois-Karjalan piirien, TVH:n, Neste Oy:n ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorion yhteistyönä. Turun piiri teki laboratoriotutkimuksia ja työntutkimuksen rakentamisesta. VTT teki työnaikaisia havaintoja sekä osan jälkitarkastuksista. Käytettyjä sideaineita analysoi Neste Oy:n tutkimuskeskus. TVH teki osan jälkitarkastuksista, ja oli kokeilua koskeneen tutkimuksen toimeksiantaja. Kevytasfalttiosuuksia rakensivat Lemminkäinen Oy ja Alueasfaltti Oy, muut osuudet tehtiin piirien omalla työllä.

Tulokset

Rakentamiskustannusten ja pinnan kestävyysmukana taloudellisin vaihtoehto Turun piirissä vuonna 1978 oli sorapinta bitumiliuksella. Sen valmistushinta (vuonna 1978) oli 2.20 mk/m². Kevytasfalttibetoni- ja öljysoraosuudet eivät tällöin ole laatu- ja hintajär-

Taulukko 9. Sorateiden tehostettujen hoitomenetelmien ja päällysteiden neliöhinnat (Turun piiri, 1978).

Osuus	Valmistuskustannus mk/m ²		
	Stenbergan Pt 12253	Iskolan Pt 12135	Keski- arvo
I ÖS 12/70	4,97	5,26	5,12
II IPK	7,18	5,82	6,50
III 1a SOP	2,17	2,26	2,22
III 1b SOP	2,24	2,80	2,52
III 2a SOP	2,90	2,92	2,91
III 2b SOP	3,14	3,59	3,37
IV 1 SIP	4,22	4,73	4,48
IV 2a SIP	4,14	3,59	3,87
IV 2b SIP	4,41	3,85	4,13
V PÖS	1,76	2,86	2,31
VI 1 KAB 16/70	6,50	6,50	6,50
VII ÖS/tiesekoitus	5,33	-	5,33

jestysvertailussa mukana. Kyseiset osuudet olivat hyvässä kunnossa lukunottamatta kevytasfalttibetonin halkeamavaurioita rakentamattomalla tiellä, mutta varsinaisina päällysteinä ne olivat myöskin soratien hoitomenetelmiä kalliimpia.

Kokeilu osoitti, että pölynsidonnan vaikutus oli lyhytaikainen. Rakentamattomilla teillä ei kannattanut käyttää kevytasfalttibetonia. Työn tahdistuksen piti olla kohdallaan. Kun sepeli ei ollut ajoissa levityspaikalla, oli vaarana sideaineen (emulsio) murtuminen.

Päätelmät

Sorateiden kunnossapidosta pintakäsittelytekniikalla saatiin kaiken kaikkiaan myönteiset kokemukset. Kokeilluista sideaineista oli bitumiliuoksen BL-5 sitomiskyky paras. Parhaaksi soratien tehostetuksi hoitomenetelmäksi osoittautui bitumiöljyllä BÖ-4 tai bitumiliuoksella BL-5 sekä murskesoralla 0-16 mm tai 0-18 mm tehty sorapinta. Sideaineen ohjearvoksi suositeltiin 1,6 kg/m², mutta tarvittavan määrän todettiin vaihtelevan alustan laadun ja kiviaineksen raakoostumuksen mukaan. Sorapinta ei soveltunut teille, joilla oli routimisen tai huonon kantavuuden aiheuttamaa kunnostustarvetta.

Lähteet

- /129/ Sistonen, Matti, Soratien tehostettujen hoitomenetelmien kokeilut TVL:n Turun piirissä 1978. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 170. 91 s.
- /130/ Sistonen, Matti, Espoo 1980, Soratien tehostetut hoitomenetelmät 1979-80. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 210. 77 s.

4.3 BITUMIEMULSIONKOKKEET VUONNA 1984 /140/ (Emulsioiden soveltuvuus sideaineiksi)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilut liittyivät vuosina 1982-83 uudelleen aloitettuihin emulsioiden käyttökokeiluihin. Niiden tavoitteena oli selvittää erilais-
ten emulsioiden soveltuvuutta sirotepintauksen, soratienpintauksen, korjauspintauksen ja emulsioasfalttibetonin sideaineiksi.

Sijainti

Koeosuudet olivat valtatiellä 11 välillä Kaasmarkku-Kullaa (Pori), paikallistiellä 12697 välillä Vuorenmaa-Karhia (Köyliö), maantiellä 225 välillä Kyrö-Horinen (Tarvasjoki) ja maantiellä 189 Kultaranta ja Särkäsalmien välillä (Naantali). Päälysteosuuksien yhteispituus oli 8.2 km.

Koeosuudet

1. Sirotepintausta BE koe N-1 ja BL-5 vertailu (vt 11 Kaasmarkku-Kullaa)
2. Soratienpintausta BÖ-4 vertailu ja BÖE koe (pt 12697 Vuorenmaa-Karhia)
3. Tiivistyspintausta sirote 4-8 mm ja sirote 0-4 mm (mt 225 Kyrö-Horinen)
4. Emulsioasfalttibetoni EAB 16 (mt 189 Kultaranta-Särkäsalmi)

Toteutusajankohta

Koepäälysteet rakennettiin 21.5.-17.7.1984. Osuuksilla 1, 3 ja 4 tehtiin alustan vauriokartoitus ennen päällystämistä. Kohteiden jälkitarkastukset tehtiin 18.10.1984 ja 8.11.1984. Kokeilun suunnitelu- ja valvontaryhmä teki koepäälysteille jälkitarkastuksia ja mittauksia vuosittain.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilun suunnittelusta, valvonnasta, toteutuksesta ja jatkoseurannasta vastasi työryhmä, jossa olivat edustettuina TVH, TVL:n Turun piiri ja Neste Oy.

Päällysteet rakensi Turun piiri omana työnään. Osuuden 1 tasasi Alue-Asfaltti Oy. Piiri myös merkitsi koealueet, vastasi suhteituksesta ja ohjearvoista osittain sekä otti massanäytteet ja tutki ne. TVH teki alustan vauriokartoitukset, tutki kiviaines- ja täytejauhenäytteet sekä osan sideainenäytteistä, tutki päällystenäytteet ja teki profiilimittaukset. VIT:n tie- ja liikennelaboratorio tutki alustojen kumpon ja päällysteiden poikkiprofiilit uramittarilla sekä teki tasaisuusmittaukset ja osan sideainetutkimuksista.

Tulokset

Pintausten rakentaminen koe-emulsioilla onnistui melko hyvin. Sirotepintausta purkautui työn jälkeen jonkin verran. Emulsioasfalttibetonin valmistuksessa ja levityksessä oli koe-emulsion liian nopeasta murtumisesta aiheutuneita hankaluuksia.

Emusioiden murtumisaikoihin ja vesimääriin oli kiinnitettävä huomiota. Kiviaineksen tuli olla puhdasta. Bitumiemulsio kannatti valmistaa lähellä käyttökohdetta. Siten turha vedenkuljetus jäi pois. Sorapintaauksessa käytetty emulsio BÖE (koe) soveltui hyvin käytettäväksi levitysmäärällä 1.7 kg/m². Emulsioasfalttibetoni ei soveltunut maantielle (kohteen KVL oli 2550).

Kohteen Kultaranta-Särkänalmi kiviainesvarastokasa oli liian korkea. Tämä aiheutti kiviaineksen lajittumista.

Päätelmät

Tiivistyspintauskokeiden jatkamista pidettiin kannattavana. Emulsion soveltuvuus käytettävissä olevaan kiviainekseen oli selvitettävä etukäteen. Emulsioasfalttibetoni ei tuntunut kestävänsä pitkää kuljetusmatkaa.

Lähteet

/140/ Ylä-Rautio, Matti, Bitumiemulsiokokeet 1984. Helsinki 1984, TVH:n koeselostus. 21 s.

4.4 VAAHTOBITUMIASFALTIN KÄYTTÖ KANTAVUUDEN PARANTAMISEEN /DN/

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli vertailla eri stabilointimenetelmien vaikutusta kantavuuteen. Toisena tavoitteena oli saada kokemuksia ensimmäistä kertaa maassamme käytössä olleesta Mix Paver -paikallasekoituslaitteesta.

Sijainti

Kantavaa kerrosta parametettiin kahdella tieosalla: paikallistiellä 12025 (Stor Mälö, Parainen) ja maantiellä 201 (Vahto-Poikoja, Vahto). Koeosuuksien yhteispituus oli 11.3 km.

Koeosuudet

1. BS 25/150, B-80 3.8 %
2. VB-AB 25/250, B-300 4.4 %
3. VB-AB 25/250, B-300 3.2 %
4. VB-AB 250/RC 100, B-80 2.8 % + 1.2 %
5. VB-AB 250/RC 100, B-300 3.1 % + 1.2 %
6. VB-AB 25/250, B-80 4.05 %
7. VB-AB 25/250, B-80 3.1 %
8. VB-AB 25/250, B-80 3.6 %
9. EAB 25/250, BIE K-1/200 5.5 % (3.8 %)
10. EAB 25/250, BIE K-1/sekoitus 5.5 % (3.8 %)
11. EAB 25/250, BIE K-1/sekoitus 4.3 % (3.1 %)
12. EAB 25/250, BIE K-1/200 4.3 % (3.1 %)
13. BS 25/150, B-80 3.8 %
14. Sitomaton 15 cm

BS = bitumisora

VB-AB = vaahtobitumiasfaltti

EAB = emulsioasfaltti

VB-AB/RC 100 = vaahtobitumiasfaltti, jossa 100 % jyrsinjauhetta

Kaikille osuuksille tehtiin sirotepintaussuunnitelman viikon kuluessa rakentamisesta.

Tutkimusprojektin organisaatio

Aloitteen kokeilusta teki PANK, joka perusti toimikunnan suunnittelemaan koeohjelmaa. Mukana ohjelmassa olivat TVH, Neste Oy, Lemminkäinen Oy ja VIT.

Koeosuudet rakennutti TVL:n Turun piiri ja urakoi Lemminkäinen Oy. Koeselostuksen ja tulosten analysoiminen teki tekn. yo Juha Äijö dip-

lomityönään.

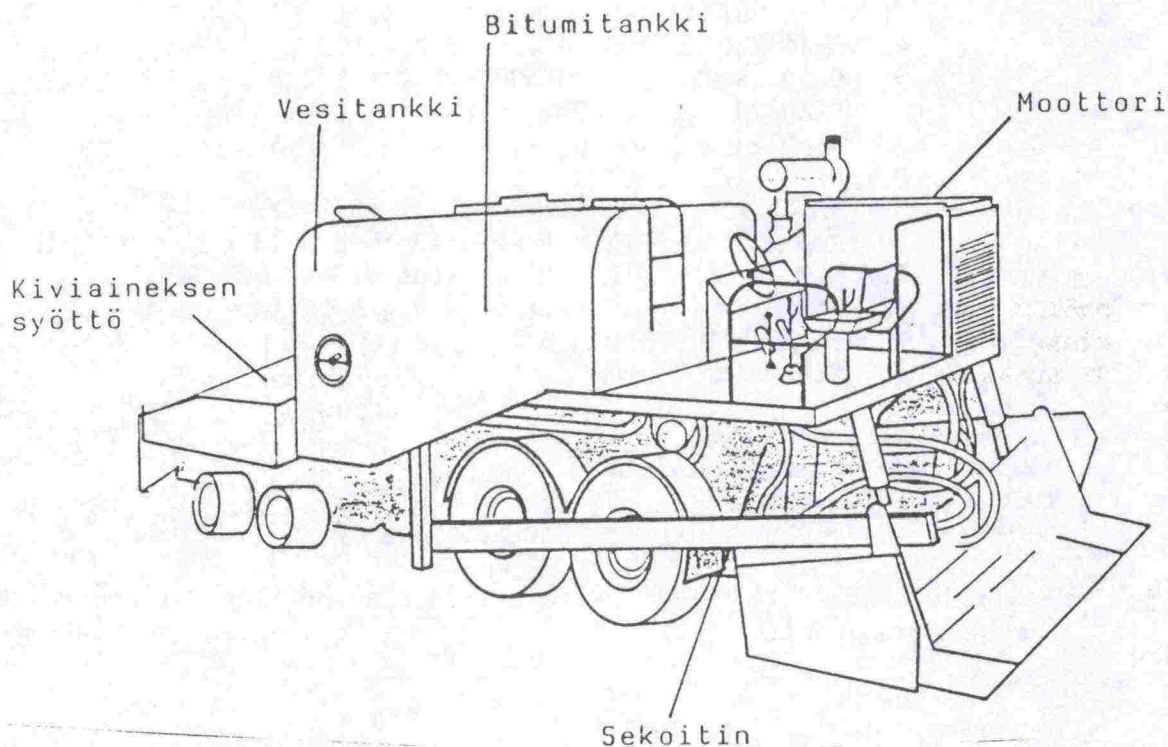
Toteutusaika

Paikallistie 12025 (Stor Mälö, osuudet 1-6) rakennettiin 26.6.-15.7.1985. Maantie 201 (Vahto-Poikoja, osuudet 7-14) tehtiin 15.7.-29.7.1985.

Benkelman-mittaukset tehtiin osuuksilla kolme kertaa. Tiemestaripii-rit tekivät vauriokartoitukset ja mittasivat Stor Mälön kantavuudet 19.6., 17.7. ja 8.8.1985 sekä Vahdon kantavuudet 10.6., 30.7. ja 22.8.1985.

Tulokset

Rakentamista hankaloitti sekoituslaitteesta johtunut suuri sideainepitoisuuden vaihtelu. Stor Mälön tiellä epätasaista jälkeä aiheutti myös Mix Paverin bituminsyöttöjärjestelmän rikkoutuminen moneen kertaan.



Kuva 39. Midland Mix Paver -paikallasekoituslaite.

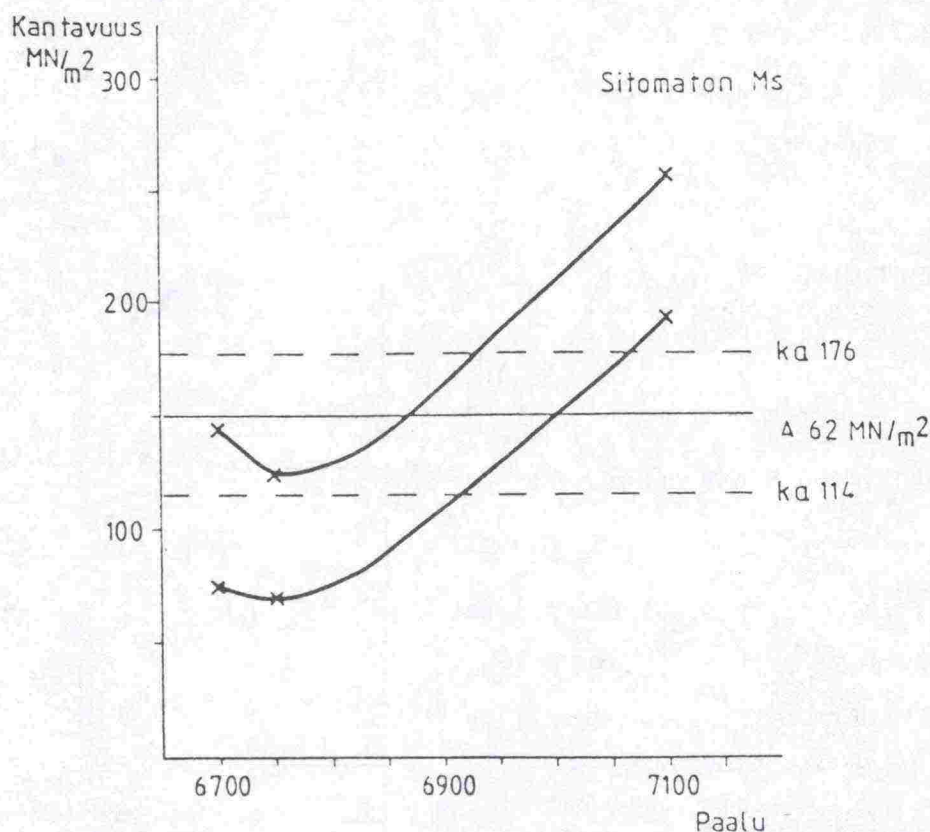
Koeteiden alkukantavuudet vaihtelivat paljon varsinkin Stor Mälössä, jossa tien eri puolilla saattoi olla jopa yli 50 MN/m² eroja kantavuuksissa. Lisäksi uusi päällyste vaurioitui reunojen pettäessä ras-kaan työmaa- ja sorankuljetusliikenteen alla.

Kiviaineksen vesipitoisuus vaikutti suuresti vaahtobitumiasfaltin sekoittumiseen ja tiivistymiseen. Pinnasta irtosi normaalia enemmän kiviä, jos kiviaines oli liian kuivaa. Hidas kuivuminen pilvisessä säässä tai varjoisassa kohdassa oli edullisempaa kuin nopea kuivuminen aurinkoisessa tai tuulisessa paikassa.

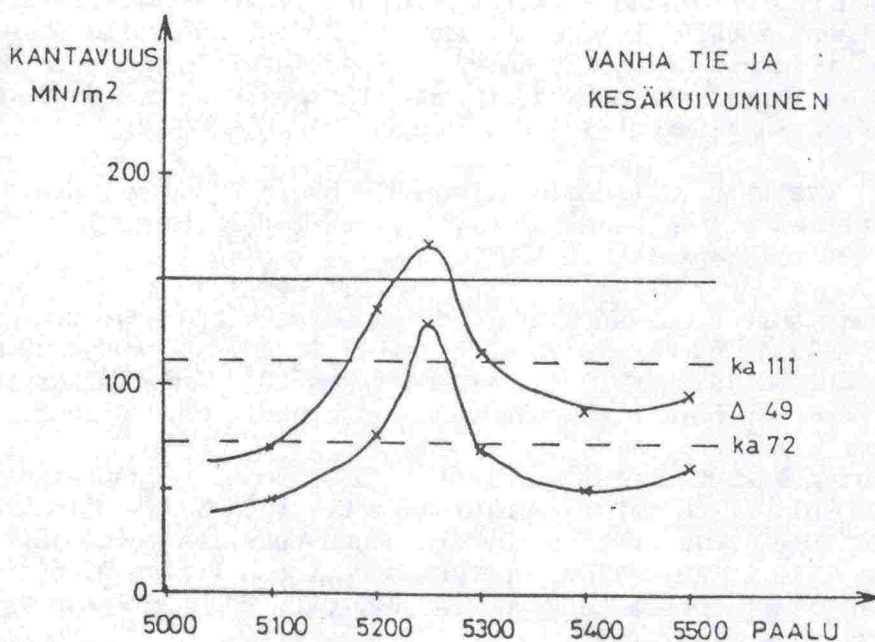
Massasta ei kyetty havaitsemaan bitumien B-80 ja B-300 välisiä eroja, mutta pehmeä bitumi vaahtosi hyvin vielä lämpötilassa 150 °C (normaali minimilämpötila oli 160 °C).

Benkelman-mittausten mukaan kantavuudet koeosuuksilla kasvoivat seuraavasti: BS 15 ja 40 MN/m², VB-AB 50, 40, 10, 20, 50, 60 ja 50 MN/m², EAB 60, 40, 30 ja 20 MN/m² ja sitomaton Ms 20 MN/m². Tuloksissa on otettu huomioon normaali kesäkauden kantavuuden paraneminen.

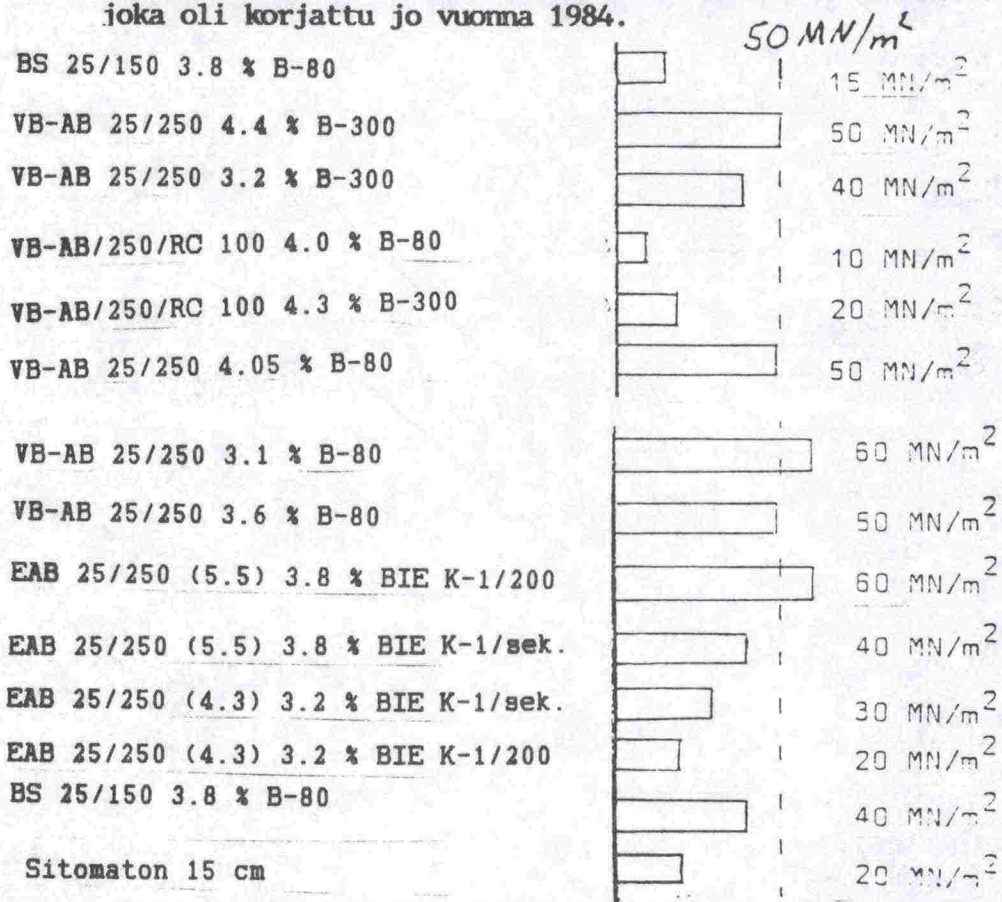
Vaahtobitumimassat ja emulsioasfaltti (5.5 %) nostivat kantavuutta yhtä paljon, eli 50-60 MN/m². Emulsioasfaltti (4.3 %) ja bitumisora vaikuttivat 30-40 MN/m² verran. Jyrsinrouheosuuksilla tulos jäi vaahtimattomaksi (10-20 MN/m²), eli pelkkä sideaineen lisäys ei pysty parantamaan pohjan huonoa kantavuutta. Käytetty rouhe oli osuuskien vanha pinta irti jyrsettynä.



Kuva 40. Kantavuuden paraneminen kesällä 1985, koeosuus 14 (Vahto), sitomaton 15 cm kerros murskesoraa.



Kuva 41. Kantavuuden paraneminen kesällä 1985 Vahdossa, osuus, joka oli korjattu jo vuonna 1984.



Kuva 42. Eri massojen aikaansaama kantavuuden lisäys vuonna 1985 rakennetuilla koeteilla.

Jotta TVH:n suosittamaan mitoituskantavuuteen 150 MN/m^2 (kantavan kerroksen päältä) olisi päästy, olisi pohjan lähtökantavuuden pitänyt olla $80\text{--}100 \text{ MN/m}^2$ 10 cm VB-AB-kerrosta rakennettaessa. Pohjan kantavuuden ollessa $20\text{--}50 \text{ MN/m}^2$ ohut vaahtobitumiasfalttikerros ei lisännyt kantavuutta tarpeeksi. Bitumisora paransi kantavuutta keskimäärin 50 % enemmän kuin vaahtobitumiasfaltti.

Päätelmät

Jos vaahtobitumi osoittautuisi talven ja kevään rasituksia kestäväksi, se voisi olla hyvä vaihtoehto kantavuuden parantamisessa huonoakin paikallista materiaalia käytettäessä.

Lähteet

/157/ Äijö, Juha, Vaahtobitumin käyttö kantavuuden parantamiseen. Espoo 1985, Teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 61 s.

4.5 KUSTAVINTIEN VAAHTOBITUMIKOETIE /40, 148/

Tutkimuksen tavoite

Kustavintien kokeilun avulla selvitettiin vaahtobitumiasfaltin kulumis- ja vaurioitumiskestävyyttä normaaliin asfalttibetoniin verrattuna.

Sijainti

Koetie rakennettiin maantielle 192 välille Raisio-Osnäs (Kustavintie) Raisioon alkaen valtatie 8 liittymästä. Koetien pituus oli 2.0 km.

Koeosuudet

1. Vertailuosuus AB 16/80, bitumipitoisuus 5.9 %, lämpötila 150°C
2. VAB 16/80, bitumipitoisuus 5.9 %, lämpötila 150°C
3. VAB 16/80, bitumipitoisuus 5.4 %, lämpötila 150°C
4. VAB 16/80, bitumipitoisuus 5.4 %, lämpötila 130°C

Toteutusaika

Päällystystyöt tehtiin 5.-8.8.1985 välisenä aikana. Alkuprofiilit mitattiin paksuusprofilometrillä 26.8.1985. Seuranta jatkuu edel-

leenkin.

Tutkimusprojektin organisaatio

PANK:n alainen vaahtobitumitoimikunta valmisti koeohjelman. Ura-koitsija oli Lemminkäinen Oy. Seurantamittauksista huolehti VTT:n tie- ja liikennelaboratorio.

Tulokset

Työnaikaisista ongelmista pahin oli massan tulon hitaus. Valmistuksessa oli jopa kolmen tunnin katkoksia.

Päällysteen kuluminen eri osuilla mitattiin tarkastuksessa 8.5.1986, jolloin kaikki osuudet olivat edelleen hyvässä kunnossa. Syksyllä 1986 tehdyillä profiilimittauksilla selvitettiin eri päällystemateriaalien deformatumisherkkyys.

Päätelmät

Ensimmäisen vuoden aikana päällysteet vaurioituivat niin vähän, ettei varmoja päätelmiä voitu tehdä.

Lähteet

- /40/ Kähkönen, Ari, Vaahtobitumiasfaltti. Espoo 1985, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusraportti 501. 14 s.
- /148/ Ylä-Rautio, Matti, Kustavintien tarkastus 8.5.1986. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 5 s.

4.6 BITUMISTABILOINTIKOKEILU VUONNA 1986 /8, 74/ (öljysoran kantavuuden ja ajomukavuuden parantaminen)

Tutkimuksen tavoite

Tavoite oli parantaa vanhan ja huonokuntoisen öljysoratien ajomukavuutta ja kantavuutta (ennen uudelleen päällystämistä) kolmella eri työmenetelmällä: stabiloimalla vanha päällyste 10-20 cm paksuudelta tiesekoituskoneella, stabiloimalla vanhan öljysoran päälle levitetty 10 cm murskesorakerros tiesekoituskoneella sekä tekemällä vanhan päällysteen päälle 10 cm kerros asemalla sekoitettua vaahtobitumimassaa.

Sijainti

Koeosuudet rakennettiin maantielle 3931 välille Partala-Ravattila. Koetie oli Lappeenrannan kaupungin alueella.

Koeosuudet

1. Neste 10 cm, tiesekoitus, BE K-0 2.1 %
2. Neste 10 cm, tiesekoitus, BE K-0 4.3 %
3. Bomag 10 cm, tiesekoitus, VB-120 2.0 %
4. Bomag 20 cm, tiesekoitus, VB-120 2.3 %
5. Bomag 10 cm, murske ja tiesekoitus, VB-800 3.0 %
6. VB-massa 250 kg/m² (10 cm), asemasekoitus, VB-300 3.6 %

Vertailuosuutena oli jyrstetty öljysorapäällyste. Sekoitusasema oli ARA 100, joka oli muutettu tarkoitukseen sopivaksi. Tiesekoitukset tehtiin Neste Oy:n kehittämällä, tiehöylään kiinnitetyllä koneella ja Norjasta vuokratulla Bomag-tiesekoituskoneella.

Toteutusaika

Stabilointikoe tehtiin elo-syyskuussa 1986. Seuranta jatkuu.

Tutkimusprojektin organisaatio

Lemminkäinen Oy teki työt. Bitumistabiloinnit tehtiin Norjasta vuokratulla Bomag-stabilaattorilla sekä Neste Oy:n ja TVL:n Turun piirin yhdessä kehittämällä stabilaattorilla.

Kymen piiri kartoitti alustan vauriot. TVH oli mukana seurannassa ja laati raportin kokeilusta.

Tulokset

Kantavuuden kasvu oli odotettua vähäisempää, ja eräin kohdin se jopa pieneni. Pelkkä öljysoran ja sen alusmateriaalin bitumistabilointi 10 cm syvyydeltä vähensi kantavuutta keskimäärin 3 MN/m². Tielle levitetyn 10 cm murskekerroksen bitumistabilointi lisäsi kantavuutta noin 15 MN/m². Asemalla sekoitettu, 10 cm paksuinen vaahtobitumimassa lisäsi kantavuutta keskimäärin 19 MN/m².

Koetta häiritsi Nesteen bitumistabilointikoneen huono kestävyys ja heikko sekoituskyky. Stabilointikokeen jälkeen tielle levitetty ÖS 16/65 oli altis reikiintymään.

Jälkitarkastuksessa elokuussa 1987 todettiin osuuksilla reikiintymistä varsinkin maatalousliittymien kohdilla.

Päätelmät

Tien kantavuus tasaantui, vaikkakaan se ei kaikilla osuuksilla kasvanut. Koetta häiritsi huonokuntoinen tiesekoituskone. Kestävyyseroista eri osuuksilla ei ensimmäisen vuoden jälkeen voitu sanoa vielä mitään varmaa.

Lähteet

- /8/ Bitumistabilointikokeilu 1986. Helsinki 1987, TVH:n kunnossapitotoimisto. 20 s.
- /74/ Mustonen, Jyri, Tarkastus koetiellä Partala-Ravattila elokuussa 1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 1 s.

5 BETONIPÄÄLLYSTEKOEILUT

5.1 PARAISTENTIEN BETONIPÄÄLLYSTEEN TUTKIMUS /55/
(Vanha betonipäällyste)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksella pyrittiin selvittämään vuosina 1958-59 rakennetun Paraistentien betonipäällysteen kuntoa urautumisen, vaurioiden, tasaisuuden ja kitkan osalta sekä valitsemaan betonipäällysteelle sopiva korjaustapa.

Sijainti

Betonitie oli Paraisten kaupungissa Paraisten-Ylikylän välillä. Tien alkuperäinen pituus oli 12.6 km, mutta tieoikaisujen ja päällysteen korjausten takia betoniosuus oli lyhentynyt 9.5 km mittaiseksi.

Toteutusaika

Paraisten betonitietä tutkittiin TVH:n toimeksiannosta VTT:n tie- ja liikennelaboratoriossa jo vuosina 1971 ja 1976 (tällöin varsinainen tilaaja oli Sementtiyhdistys r.y.). Uusin tutkimus tehtiin vuonna 1981.

Tulokset

Kuluminen ei runsaassa kahdessakymmenessä vuodessa aiheuttanut suuria urautumisongelmia muualla paitsi vuonna 1958 rakennetun osuuden Ylikylä-Kuusisto loppuosalla, jonka arveltiin vaativan korjausta vuoteen 1984 mennessä. Mittausten mukaan betonipäällysteen raideuran syvyyden kasvu oli keskimäärin 0.16 mm/KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa. Tämä arvo oli 30...50 % asfalttipäällysteiden normaalista urautumisnopeudesta.

Poikkihalkeamia oli yhtä paljon kummallakin kaistalla, mutta pituus- halkeamia ja muitakin vaurioita oli enemmän vasemmalla kaistalla, jonka liikennekuormitus oli oikeaa kaistaa suurempi. Kaiken kaikkiaan vaurioita ei ollut kovinkaan paljon.

Betonipäällysteen kitkakerroin oli 0.45-0.50 (asfaltin 0.50-0.51). Kitkaa pidettiin liikenneturvallisuuden kannalta riittävänä. Epätasaisuusluku oli 202-235 cm/km, eli päällysteen tasaisuus ei ollut tyydyttävä.

Päätelmät

Vaurioiden määrän kehittymisen seuraamista pidettiin tarpeellisena korjaamistarpeen arvioinnin ja betonipäällysteen rakenteellisen kestävyden tarkkailemisen takia. Siksi Ylikylän-Paraisten betonitien säilyttämistä nykyisellään ilman laajoja päällystämisiä asfaltilla kannatettiin, vaikka uusi asfalttipäällyste olisikin selvästi parantanut tien ajomukavuutta.

Lähteet

/55/ Lampinen, Anssi, Paraistentien betonipäällysteen tutkimus. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 298. 44 s.

5.2 BETONIPÄÄLLYSTEKOKEILU KEHÄ III:LLA /5, 6, 7, 47, 48, 49,/ (Betonipäällysteen kestävyys)

Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli vertailla nastarengasliikenteen vaikutusta betoni- ja asfalttipäällysteiden kestävyteen sekä tutkia betonipäällysteen kiviaineksen ja erilaatuisten betonimassojen vaikutusta päällysteen kulutuskestävyyteen, kitkaan, tasaisuuteen ja vaurioitumiseen. Betonissa vaihdeltiin puristuslujuutta, kiviaineksen Los Angeles -lukua, 8 mm seulan läpäisyprosenttia ja sementtilaattua. Lisäksi kokeiltiin raudoittamattoman betonipäällysteen soveltuvuutta Suomen oloihin ja vertailtiin betoni- ja asfalttipäällysteiden kustannuksia.

Sijainti

Koetie rakennettiin Kehä III:lle osuudelle Veromiehenskylä-Tikkurila pohjoiselle ajoradalle Auramon ja Pappilan risteyssiltojen välille Tuusulan moottoritien liittymäsillan molemmiin puolin. Kokeilun pituus oli 720 m.

Koeosuudet

Betonipäällyste jaettiin kuuteen koealueeseen, joista kaksi betonipäällysteistä jaettiin edelleen neljään koeosuuteen. Ajoradan kummallakin kaistalla käytettiin samaa betonin koostumusta, vaikka itse rakentaminen tehtiinkin eri aikana.

Kokeilun muuttujat:

- a. Betonin kiviaineksen rakeisuuskäyrä (raekoko 0-32 mm):

- 1 = 8 mm seulan läpäisyprosentti oli 40 %
- 2 = 8 mm seulan läpäisyprosentti oli 60 %
- b. Betonin kiviaineksen lujuus:
 - 1 = Los Angeles -luku oli 17...20
 - 2 = Los Angeles -luku oli 27...30
- c. Betonin lujuusluokka:
 - 1 = K 30
 - 2 = K 40
 - 3 = K 50
- d. Sementin laatu:
 - 1 = Paraisten vakioportlandsementti
 - 2 = Paraisten rapidsementti
- e. Kantavan kerroksen materiaali:
 - 1 = murskesora
 - 2 = maabetoni
 - 3 = louhos ja murskekiilaus
- f. Pengermateriaali:
 - 1 = E-luokan materiaali (routiva, heikosti kantava)
 - 2 = A-luokan materiaali (louhoskivipenger)
- g. Betonipäällysteen työsaumat:
 - 1 = ponttisauma
 - 2 = raudoitettu sauma
- h. Betonipäällysteen pituussauman bitumisively:
 - 1 = bitumisivelyä käytettiin
 - 2 = bitumisivelyä ei käytetty
- i. Pituussauman teräket:
 - 1 = halkaisijaltaan 12 mm teräket k/k 500 mm
 - 2 = halkaisijaltaan 12 mm teräket k/k 1000 mm
- j. Asfalttipäällysteet
 - 1 = SAB 20...25/120
 - 2 = KHAB 16/120

Taulukko 10 koeosuuksista on laadittu edellä esitettyjen muuttujien perusteella.

Toteutusaika

Koetie rakennettiin vuonna 1971. Osuuksien kitkaa, tasaisuutta ja kulumista mitattiin vuosittain vuoteen 1976 saakka. Sen jälkeen tarkastuksia tehtiin vuosina 1979 ja 1981.

Tutkimusprojektin organisaatio

Koejärjestelyjä, kokeilun tarkkailua ja jatkotutkimuksia varten TVH perusti 21.6.1971 työryhmän, jossa olivat edustettuina TVH:n lisäksi TVL:n Uudenmaan piiri, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio sekä Sementtiyhdistys.

Taulukko 10. Koeosuuksien numerointi ja päällysteen materiaaleja, ominaisuuksia ja rakenteita koskevat muuttujat.

	Koeosuudet											
	1	2	3				4				6	
			a	b	c	d	a	b	c	d		
Päällyste	SAb	SAb	B	B	B	B	B	B	B	B	KHAb	KHAb
a.	-	-	2	1	1	2	1	1	1	1	-	-
b.	-	-	1	1	2	2	1	1	1	1	-	-
c.	-	-	2	2	2	2	2	2	2	1	3	-
d.	-	-	1	1	1	1	1	2	1	1	1	-
e.	-	-	1	1	2	2	-	3	3	3	3	-
f.	-	-	1	1	1	1	-	2	2	2	2	-
g.	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1,2	2	-
h.	-	-	1	1	1	1	-	1	1	2	2	-
i.	-	-	1	1	2	2	1	2	1	2	1	-
j.	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Tulokset

Työnaikaisen laadunvalvonnan perusteella todettiin, että koetie rakennettiin tarkoitetulla tavalla, eikä kokeilua haittaavia poikkeamia tai puutteita ollut. Koepäällyste valmistettiin kiskoilla kulkevalla kalustolla (vuosimalli 1939), jossa oli betonimassan levitin ja tärytin. Viimeistely (pinnan hierto ja karkeuttaminen) tehtiin käsin.

Valmiin päällysteen suureen epätasaisuuteen vaikutti pitkittäisen viimeistely-yksikön puuttuminen. Myös rakentamisen myöhäisellä ajan- kohdalla (syyskuu) arveltiin olleen oma vaikutuksensa päällysteen laatuun, koska betonin kovettumisen aikana oli yöpakkasia ja verraten usein vesisateita.

Betonipäällysteen kulutuskestävyyttä paransivat kiviaineksen 8 mm seulan läpäisyprosentin suureneminen (kiviaineksen karkeutuminen), Los Angeles -luvun pieneneminen ja betonin puristuslujuuden kasvaminen. Rapidsementtiä kannatti käyttää, koska sillä saavutettiin suuri alkulujuus, ja myös loppulujuus oli normaalista portlandsementistä tehdyn betonin lujuutta parempi.

Asfaltti- ja betonipäällysteiden kulutuskestävyyden mittauksia ei pidetty keskenään vertailukelpoisina, sillä asfalttipäällysteiden profiilien muutokset sisälsivät kulumisen lisäksi tiivistymisen ja plastisen deformaation. Osa asfalttipäällysteistä sijaitsi silloilla, mikä lisäsi eri päällystetyyppien vertailun hankaluutta. Sil-

loilla käytettävien asfalttipäällysteiden rakeisuuteen, bitumimäärään, bitumin penetraatioon ja muihin ominaisuuksiin oli saatujen kokemusten mukaan kiinnitettävä paljon huomiota.

Betonipäällysteen kesäajan kitka-arvot olivat 0.35-0.40, asfalttipäällysteen puolestaan 0.38-0.42. Talven nastarengaskulutus nosti kummankin päällystetyypin kitkaa. Betonipäällysteen kitkaa paransivat ne tekijät (rakeisuutta lukuunottamatta), jotka heikensivät kulutuskestävyyttä.

Suurin osa vaurioista betonipäällysteessä oli kutistumisvaiheessa syntyneitä viljejä poikittaishalkeamia ja saumojen massaamatta jättämisen aiheuttamia saumavaurioita. Liikenteen "imun" oletettiin pitävän saumat puhtaana. Niihin kertyi kuitenkin likaa ja kiviainesta, ja saumakohdat lohkeilivat kutistumis-laajenemisliikkeen seurauksena. Eniten halkeamia oli koealueella, jolla betonin puristuslujuus oli alhaisin.

Kehä III:n eteläisen ajoradan valmistuttua koetie muuttui kesken kokeilun kaksisuuntaisesta yksisuuntaiseksi. Lisäksi keskellä koealuetta oli valo-ohjattu liittymä, joka vaikutti liikennevirran ominaisuuksiin.

Päätelmät

Alustan ja päällysrakenteen vaihteluilla ei ollut havaittavaa vaikutusta päällysteen toimintaan, vaurioihin tai painumiin. Betonipäällysteen tasaisuus pysyi kokeilun kuluessa kuta kuinkin samana, eikä kulumisellakaan ollut siihen vaikutusta.

Päällysteen lujustarkkailun mukaan betonin puristuslujuus kasvoi viidessä vuodessa noin 32 %.

Vuoden 1981 mittauksen mukaan asfalttipäällysteiden urasyvytykset olivat 2.5...4.0 kertaa suuremmat vieressä olleisiin betoniosuuksiin verrattuna. Erityisesti pituushalkeamia oli tullut lisää vuoden 1976 jälkeen.

Lähteet

- /5/ Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1974, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusraportti. 20 s.
- /6/ Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusraportti 10. 21 s.
- /7/ Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1976, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusraportti 34. 24 s.
- /47/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla. Espoo

- 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 169. 26 s.
- /48/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 285. 18 s.
- /49/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 71. 102 s.

5.3 RAUTARUUKKI OY:N OULUN KONTTITEHTAAN PÄÄLLYSTEKOKEILU VUONNA 1980 /32, 33/ (Eri betonit raskaan liikenteen väylällä)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilun tavoite oli verrata kolmen eri betonipäällysteen kestävyyttä ja muita ominaisuuksia raskaan ja hitaan trukkiliiikenteen alla.

Sijainti

Betonipäällysteet rakennettiin Rautaruukki Oy:n Oulun konttitehtaal-
le. Varastojen ja rautatielaiturin välisten trukkitaiden pituudet
olivat 80 m (eteläinen) ja 123 m (pohjoinen). Lohkot A ja B tehtiin
eteläiselle ja lohko C pohjoiselle osuudelle. Liikenne oli hidasta
ja yksisuuntaista, mutta raskasta. Suurin akselipaino oli 21 kN.

Koeosuudet

Lohko A: professori Bengt Forssin kehittämä F-betoni, jonka sideai-
neena oli erittäin hienoksi jauhettu masuunikuonaseimentti ja lisäai-
neena lignosulfonaattipohjainen valmiste.

Lohko B: edellisen vertailuosuus, jonka sideaineena oli Partek Oy:n
rapidseimentti (R-betoni).

Lohko C: Braheliitti-päällyste, jossa käytettiin runkoaineena kuona-
mursketta ja sideaineena portlandsementillä aktivoitua kuonaseiment-
tiä. Osa lohkoista rakennettiin ilman portlandsementtiä.

Toteutusaika

Koetie rakennettiin kesällä 1980. Ensimmäinen silmämääräinen tarkas-
tus tehtiin 91 vuorokauden kuluttua osuoksien valmistumisesta ja
toinen 15.8.1981.

Tutkimusprojektin organisaatio

Rautaruukki Oy vastasi tutkimusohjelmasta ja toimitti tarvittavat kuonatuotteet paikalle. Lemminkäinen Oy mitoitti betonipääallysteet rakenteellisesti, suhteitti ne, valitsi työmenetelmät ja tutki työtekniikan. Oulun yliopisto raportoi kokeilusta sekä laati ja toteutti seurantaohjelman.

Tulokset

Koetien betonipääallysteet jäivät teoreettisesti hieman alimitoitetuiksi, sillä alustan kantavuus oli huomattavasti oletettua heikompä. Koska osuudet olivat varsin lyhyitä ja massan valmistusnopeuden rajoittama levitysteho oli pieni, pääallystystyössä ei saavutettu parasta mahdollista tasaisuutta. Epätasaisuuteen vaikutti myös levitin.

F-betonin ja R-betonin pintojen laatu ei ollut tasainen. Syinä siihen olivat vain yhden kiviaineslajitteen käyttö, kiviaineksen vesipitoisuuden vaihtelu ja kokeilussa käytetyn levittimen kierukkakuljettimen lajittamistapumus (massat valmistettiin öljysora-asemalla ja levitettiin asfaltinlevittimellä). Vaikka betonin levitys onnistuikin suhteellisen hyvin, liukuvalukoneella olisi todennäköisesti päästy tasaisempaan lopputulokseen.

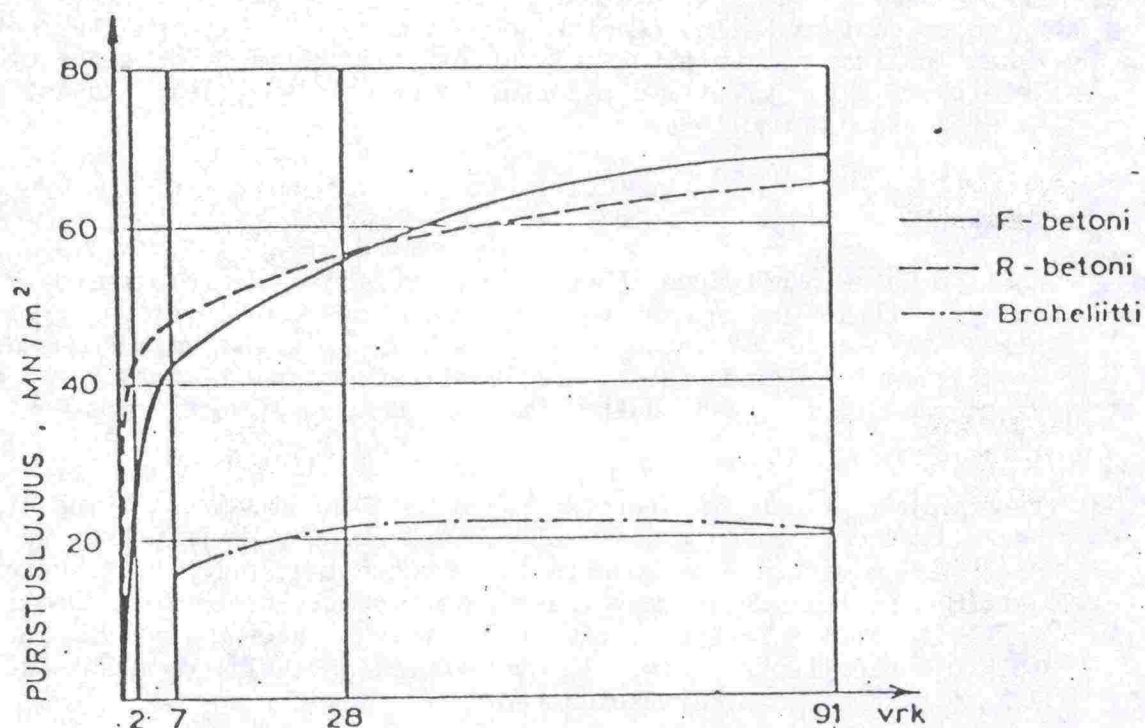
Braheliittiosuus valmistettiin kahdesta kiviaineksestä ja kahdesta eri lajitteesta. Muita osuuksia pienemmän raekoon ansiosta pääallysteen pinta näytti jyräyksen jälkeen tasaiselta, joskin hieman karkealta.

Suunnittelulujuus (7 d) F- ja R-koelieriöille oli 32 MN/m^2 . F-betonin koekappaleilla saavutettiin 42.5 MN/m^2 ja R-betonin koekappaleilla 48.3 MN/m^2 . Myös braheliittimassojen suunnittelulujuuteen (14.5 MN/m^2) päästiin: lieriölujuuksien keskiarvo oli 20.0 MN/m^2 . Ilman portlandsementtiä tehdyt koekappaleet kestivät kuitenkin vain noin puolet tästä.

Päätelmät

Muutamia halkeamia lukuunottamatta koepääallysteet säilyivät ensimmäisen vuoden ajan ulkonäöltään muuttumattomina. F- ja R-osuuksilla oli joitakin pituussuuntaisia halkeamia keskisauman kohdalla. Braheliittipääallysteeseen oli lisäksi tullut suhteellisen paljon uusia poikittaishalkeamia, ja betonin pinnassa oli paikoitellen runsaasti irtonaista kiviainesta.

Vuoden ikäisinä koekappaleiden puristuslujuudet olivat F-betonilla 74.5 MN/m^2 ja R-betonilla 71.5 MN/m^2 . Braheliittibetonin lujuus oli pysynyt 28 vuorokauden arvossaan (20.0 MN/m^2).



Kuva 43. Puristuslujuuden kehittyminen ajan funktiona eri päällysteillä. Arvot ovat lieriölujuuksia (halkaisija 150 mm, korkeus 300 mm).

Lähteet

- /32/ Koivuniemi, Mirja, Raportti Rautaruukki Oy:n Oulun konttitehtaalla kesällä 1980 suoritetusta päällystekokeilusta. Oulu 1980, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. 38 s.
- /33/ Koivuniemi, Mirja, Raportti Rautaruukki Oy:n Oulun konttitehtaalla sijaitsevilla koeteilla kesällä 1981 suoritetuista havainnoista ja tutkimuksista. Oulu 1981, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. 8 s.

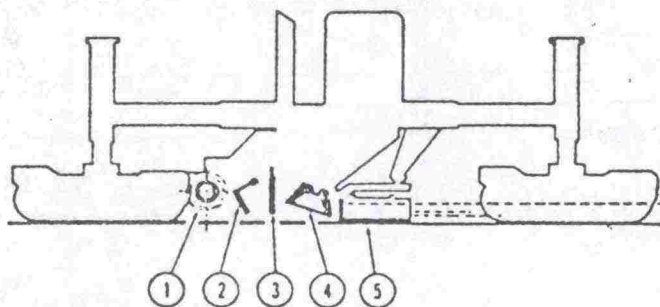
5.4 PARAISTEN KALKKITIEN RAKENTAMISEN SEURANTA- JA JATKOTUTKIMUS /53, 54/ (Liukuvalettu betonipäällyste)

Tutkimuksen tavoite

Kokeilun tarkoituksena oli kerätä kokemuksia ja tietoja betonitien rakentamisesta ja ominaisuuksista. Rakentamisessa käytettiin ensimmä-

mäisen kerran Suomessa liukuvalukonetta (slipformpaver), jonka ostivat käytettynä Belgiasta Oy Partek Ab ja Oy Lohja Ab. Seuramassa mitattiin päällysteen tasaisuutta ja melua sekä koottiin rakentamista ja laadunvalvontaa koskeneet tulokset yhteenvetoraporttiin.

1. Kierukka
2. 7 kpl tärysauvoja
3. Hydraylisesti siirrettävä levy
4. Hydraulisesti toimiva täyrytilä
5. Tasauspalkki



Kuva 44. Kaavio massan käsittelystä levittimessä.

Sijainti

Betonipäällyste rakennettiin Paraisten kaupunkiin Kalkkitielle. Koeosuuden kokonaispituus oli 1.9 km.

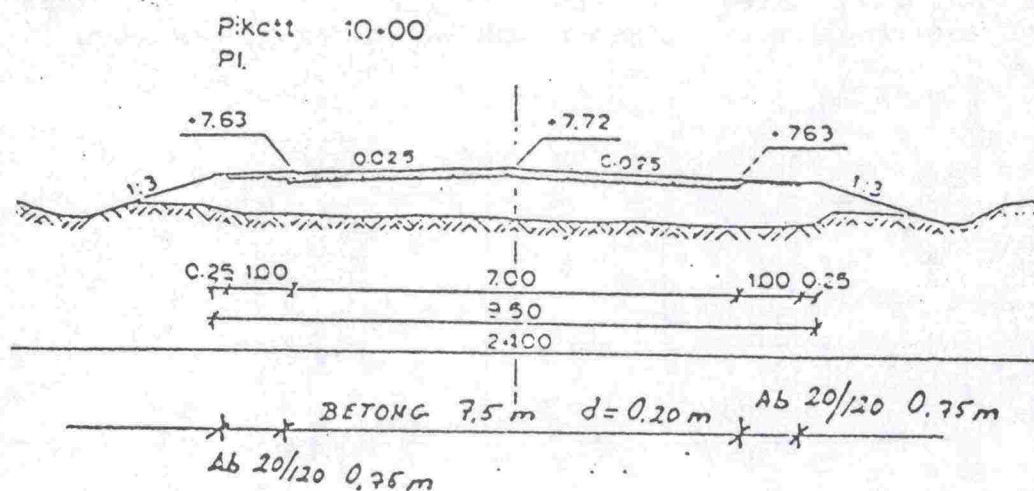
Koeosuudet

1. Pl 28+74-16+68, rakennettu vuonna 1981, laatan paksuus 20 cm ja pituus 5.0 m
2. Pl 16+68-9+31, rakennettu vuonna 1982, laatan paksuus 18 cm ja pituus 4.5 m.

Toteutusaika

Ensimmäinen osuus rakennettiin 9.10.-6.11.1981. Tämän jälkeen tehtiin tasaisuus- ja melumittaukset sekä analysoitiin tiessä käytetty betoni (koekappaleet).

Toinen osuus rakennettiin 24.5.-7.6.1982. Päällysteen valmistuttua tehtiin tasaisuus-, kitka- ja melumittaukset molemmille osuiksille. Vaurioitumisselvitystä ja -seurantaa varten laadittiin yksityiskohdaiset laattakartat, joihin vauriot merkittiin. Elokuussa 1982 tehtiin koko koetien ensimmäinen profiilimittaus, joten kulumista voitiin seurata tästä eteenpäin vuosittain.



Kuva 45. Betonipäällysrakenteen periaatteellinen poikkileikkaus (päällysteen leveys oli toteutettuna 7.32 m).

Tutkimusprojektin organisaatio

Kalkkitien betonipäällysteen rakennutti Paraisten kaupunki. Urakoitsija oli Interbetoni Oy. Seuranta- ja jatkotutkimuksen tilasi TVH:n tienrakennustoimisto VIT:n tie- ja liikennelaboratoriolta. Jatkotutkimuksen muut tilaajat olivat Paraisten kaupunki ja Oy Partek Ab, joka myös toimitti betonimassan ja teki laadunvalvontakokeet. Kokeilun tuloksia voi hyödyntää mahdollisissa omissa töissään myös TVL:n Turun piiri, jolla oli edustajansa mukana seuraamassa koetta.

Päällysteen rakentamiskustannuksista maksoi puolet Paraisten kaupunki ja puolet Liikenneministeriö.

Tulokset

Rakentaminen myöhään syksyllä vaikeutti työtä ja hidasti betonin lujuuttumista. Liukurvalukone vaati tasaisen ja kantavan alustan. Eri koneiden kapasiteettien yhteensopimattomuus aiheutti turhia seisokkeja, jotka taas näkyivät päällysteen epätasaisuuksien lisääntymisenä. Massan levitettävyyden parantamiseksi vesisementtisuhdetta jouduttiin nostamaan, ja se oli lopulta 0.48. Tämän vuoksi puristus- ja taivutusvetolujuusvaatimuksia ei saavutettu. Sementin määrän runsas lisäys olisi puolestaan kohottanut päällysteen kokonaiskustannuksia.

Saumot ja saumateräket toimivat huonosti, ja saumojen ympärille syntyi eniten villejä halkeamia. Liikennekuormituksen perusteella olisi ollut mahdollista mitoittaa laatat ohuemmiksi kuin 20 cm ja 18 cm.

Juuri valmistuneen päällysteen kitka oli noin 0.20 yksikköä korkeampi kuin vuoden ikäisen betonipinnan, jonka kitka-arvo oli noin 0.50. Betonipinnan melu oli hieman suurempi kuin AB 20 -päällysteen (mittattu Piikkiön koetiellä), mutta pienempi kuin vanhan betonipinnan (Paraistentie) tai sirotepintauksen.

Päätelmät

Tasaisuudeltaan betonipäällyste ei täyttänyt asfalttibetonipäällysteelle asetettuja vaatimuksia. Koetie muuttui kuitenkin ajan mittaan tasaisemmaksi liikenteen kuluttaessa pinnassa ollutta karkeutta.

Lähteet

- /53/ Lampinen, Anssi, Paraisten Kalkkitien betonipäällysteen rakentamisen jatkotutkimus. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 333. 26 s.
- /54/ Lampinen, Anssi, Paraisten Kalkkitien betonipäällysteen rakentamisen seurantatutkimus. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 286. 28 s.

5.5 BETONIPÄÄLLYSTEKOKEILU RAJANIEMI-LAKALAIVA VUONNA 1983 /50, 51/ (Masuumikuona betonipäällysteen sideaineosana)

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli ylläpitää ja kehittää teknistä ja taloudellista asiantuntemusta betoniteistä. Koetiellä selvitettiin jauhetun granuloidun masuumikuonan käyttöä betonipäällysteen sideaineen osana. Betonin puristus- ja taivutusvetolujuudet pyrittiin saamaan tavanomaista suuremmiksi.

Lisäksi koetiellä tutkittiin F-betonia, kaksikerrosbetonipäällystettyä, laatan sopivaa pituutta ja paksuutta, raudoittamattomia saumoja sekä erilaisia saunamassoja.

Sijainti

Koetie rakennettiin Pirkkalan kuntaan kantatielle 45 TVL:n Hämeen piirin alueelle välille Rajaniemi-Lakalaiva. Koealueen pituus oli 2050 m.

Koeosuudet

Koetien alku- ja loppupäähän rakennettiin vertailuosuuksiksi 170 m

ja 100 m pituiset AB 25/120 -päälysteet, joiden alla oli tasausmassa BS 25/150.

Erilaisia betonipäälysteitä tehtiin seitsemän:

1. BET 32/20, yleisportlandsementti 350 kg/m³, lisäaineet Melment L ja Parmix, paksuus 20 cm
2. KBET 32/20, masuumikuonan ja yleisportlandsementin sekoitus 60/40 350 kg/m³, paksuus 20 cm
3. KBET 32/20, masuumikuonan ja yleisportlandsementin sekoitus 60/40 300 kg/m³, paksuus 20 cm
4. KBET 32/18, kuten 2. osuus, mutta suurempi lujuus (lisäaineilla), paksuus 18 cm
5. KBET 25/7 / KBET 32/13, kaksikerrosrakenne, masuumikuonan ja yleisportlandsementin suhde 67/33, 225 kg/m³, alempi kerrospaksuus 13 cm, ylempi kerrospaksuus 7 cm
6. KBET 25/20, kuonasementti 350 kg/m³, paksuus 20 cm
7. KBET 32/20, oikea kaista kuonasementtiä, vasen kaista F-betonia, 350 kg/m³, lisäaineet Melment L ja Parmix, paksuus 20 cm

Toteutusaika

Vuosia 1983-84 koskenut betonikoetieohjelma käynnistettiin TVH:ssa 3.1.1983. Betonitietyöryhmä perustettiin 11.1.1983.

Betonipäälyste valettiin 22.8.-15.9.1983 välisenä aikana, ja tieosa avattiin liikenteelle joulukuun alussa 1983. Työnaikaista seuranta jatkettiin mittauksilla syksyllä 1983 sekä keväällä ja kesällä 1984. Saumamassojen toiminta tarkastettiin helmikuussa 1985.

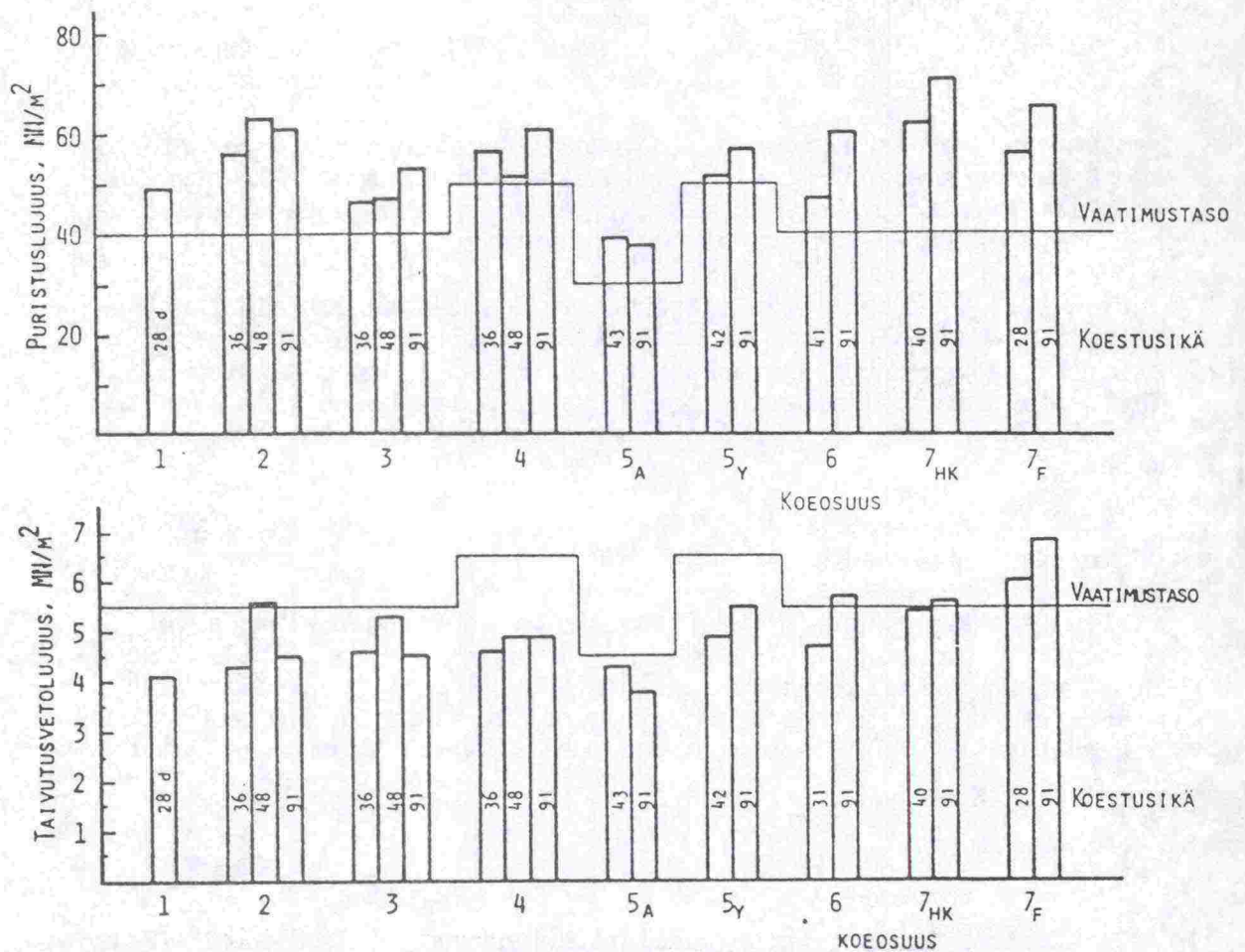
Tutkimusprojektin organisaatio

Betonitietyöryhmään kuului edustajia TVH:sta, TVL:n Hämeen piiristä, Rakennusaineteollisuus r.y.:stä ja VTT:n tie- ja liikennelaboratoriosta.

Koetien rakennutti Hämeen piiri, joka myös teki osan mittauksista ja seurannasta. Rakentaja oli Interbetoni Oy, betonimassan toimittivat Oy Lohja AB, Soraseula Oy ja Flowcon Oy. Työssä käytetyn liukuvalukoneen omisti Oy Partek Ab.

Tulokset

Puristuslujuudeltaan betonit täyttivät vaatimukset (40...50 MN/m²), taivutusvetolujuudeltaan sen sijaan eivät. Saumojen rakenteellinen toiminta oli hyvä. Valmiissa päälysteessä oli 20 villiä poikittaishalkeamaa. Betoniosuukien tasaisuus oli 210...380 cm/km.



Kuva 46. Massoista valmistettujen koeappaleiden puristus- ja taivutusvetolujuudet koeosuksittain.

Koetie rakennettiin hyvissä sääoloissa. Massan suuren jäykkyyden takia tyhjennys autoista levittimeen tapahtui hyvin hitaasti. Tämä aiheutti jatkuvia pysähdyksiä. Allassäiliöautoja käyttämällä ja saumaterästen asennustapaa muuttamalla seisokit vähenivät. Pysähdysjälkien lisäksi päällysteeseen jäi painumia levittimen telojen pidon pettäessä, alustan painuessa paikoitellen sekä levittimessä itsessään olleen vian takia (valusummassa vasemmalle puolelle jäi harva vana, josta puuttui hienoaines). Betonipäällysteen pieniä, jatkuvia epätasaisuuksia olisi vähentänyt levittimen jälkitasointuslaite, joka tosin olisi ollut melko kallis.

Virheitä ja huonoa valujälkeä yritettiin korjata käsityönä oikolaudalla, lastalla hiertämällä sekä massaa ja vettä lisäämällä. Saumat sahattiin 1-5 vuorokautta betonimassan levityksen jälkeen. Päällysteessä ei ollut villejä halkeamia ennen sahausta.

Syksyllä 1983 saatiin tasaisuusmittausten keskiarvoiksi (yhteenlaskeva mittari ja lasermittari) AB-vertailuoksilla 178 ja 127 cm/km, F-betoniosuoksilla 303 ja 382 cm/km ja muilla betoniosuuk-

la 223 ja 214 cm/km (oikea kaista) sekä 247 ja 266 cm/km (vasen kaista). Tasaisuusarvot eivät täyttäneet annettuja vaatimuksia.

Massan tasalaatuisuuden kannalta kokeilun epäkohtana oli betonin koostumuksen koeosuuksittainen vaihtelu. Normaalissa päällystystyössä olisi käytetty vain yhtä massaa, joten sen koostumus olisi ollut helpompi saattaa oikeaksi valukonetta varten.

Talven 1983-84 aikana päällysteeseen tuli yhdeksän uutta poikittais-halkeamaa. Myös hiushalkeamia tuli lisää, ja F-betoniosuuden pinta hilseili ja kuoriutui voimakkaasti. Betonipäällysteen tasaisuus parani noin 5 cm/km, meluarvot sen sijaan pysyivät emallaan. Vertailupäällysteen melu nousi suunnilleen samaksi kuin betoniosuuksien melu.

Päätelmät

Päällysteen karhennuksen tasoittumisen myötä betonin kitka-arvot pienenivät, mutta AB-päällysteen kitka kasvoi pinnan kuluessa. Betonin sivukitka oli 0.64 ja asfaltin 0.80. Betonipäällyste ei ollut urautunut, asfaltin reunaauran syvyys oli keskimäärin 2.0 mm. Laattojen välistä saumaussmassaa oli irronnut runsaasti saumauran reunoista.

Lähteet

- /50/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu kt 45:llä välillä Rajaniemi-Lakalaiva. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 436. 61 s.
- /51/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu kt 45:llä välillä Rajaniemi-Lakalaiva 1983. Espoo 1985, VTT:n tie- ja liikemelaboratorio, tutkimusselostus 472. 24 s.

5.6 KEHÄ III:N BETONIPÄÄLLYSTEEN JYRSINTÄKOEILU VUONNA 1983 /27, 139/ (Jyrsityn betonipäällysteen ominaisuudet)

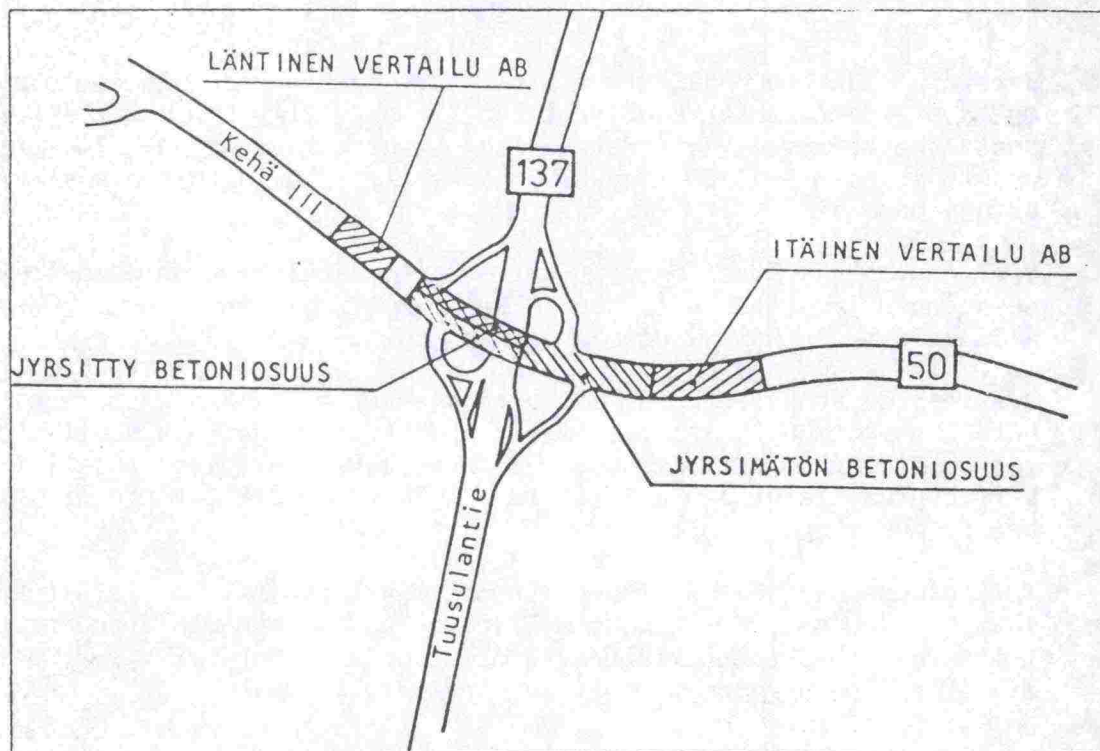
Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen avulla selvitettiin jyrsimällä aikaansaatuja muutoksia urautuneen betonipäällysteen liikemekanismissä ominaisuuksissa kuten tasaisuudessa, kitkassa, valonheijastavuudessa, vierintävastuksessa ja melussa. Lisäksi selvitettiin jyrsimän kustannuksia.

Sijainti

Jyrsintäkohde oli kantatiellä 50 (Kehä III) välillä Tikkurila-Vero-

miehenkylä. Päällyste kuului vuonna 1971 tehtyyn Kehä III:n betoni-koetiehen, ja oli siis 12 vuoden ikäinen. Jyrsityn osuuden pituus oli 330 m. Vertailuosuuksina olivat jyrsimätön betoniosuus sekä kaksi AB-osuutta.



Kuva 47. Betonipäällysteen jyrsintäkokeilualueen sijainti.

Toteutusaika

Jyrsintä tehtiin 5.-6.10.1983. Profiili-, tasaisuus-, kitka-, hidastuvuus-, valonheijastuvuus- ja melumittaukset tehtiin ennen jyrsintää ja uudelleen sen jälkeen.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kylmäjyrsimän kokeilemisesta päätti TVH:n asettama betonipäällystetyöryhmä. TVL:n Uudenmaan piiri tilasi jyrsintätyön Kestomerkintä Mattila Ky:ltä. Raportin tutkimuksesta tilasi TVH:n kunnossapitotöistä VTT:n tie- ja liikemelaboratoriolta.

Tulokset

Työ onnistui melko hyvin jyrsintäkoneen lievistä "kiemurtelusta" huolimatta. Työ tehtiin kolmessa vaiheessa: kaksi jyrsintäkertaa betonipäällysteen urien välisen keskiharjan ja ulkoreunaosan poistamiseksi ja yksi kerta pientareen asfalttibetonipäällysteen madaltamiseksi.

Jyrsinnän jälkeen päällyste oli selvästi tasaisempi kuin ennen sitä, mutta ei edelleenkään täyttänyt uudelle asfalttibetonipäällysteelle asetettua tasaisuusvaatimusta. Kitka-arvot paranivat noin 21 %, ja ne olivat noin 20 % (0.15 yksikköä) asfalttipäällysteiden vastaavia arvoja parempia.

Vierintävastukseltaan betonipäällyste oli asfalttibetonia parempi sekä ennen jyrsintää että sen jälkeen. Polttoaineen kulutus 70 km/h ajonopeudella nousi jyrsinnän jälkeen noin 3 %.

Jyrsintä suurensi betonin valonheijastavuutta. Vaikka nastarenkaiden kulutusvaikutus lisäsi myös asfalttipäällysteen heijastavuutta, olivat betonin valonheijastavuusarvot noin kaksinkertaiset asfalttiin verrattuina. Melultaan asfalttibetonipäällyste oli betonia hiljaisempi, mutta ero ei ollut suuri.

Tarkastuksessa 6.6.1985 todettiin ohituskaistan olleen vielä tyydyttävässä kunnossa. Tosin sahausjäljet olivat murtuneet ja auenneet osittain. Silloin ei jyrsinnästä ollut enää paljon näkyvissä. Betonipäällysteen urautuminen oli jatkunut edelleenkin.

Päätelmät

Jyrsintä paransi sekä liikenneturvallisuutta että päällysteen liikenneteknisiä ominaisuuksia. Jos vaihtoehtoina olivat jyrsintä tai asfalttibetonilla päällystäminen (ja alustan tasaaminen), oli jyrsintä hinnaltaan näistä selvästi edullisempi. Kustannusten katsottiin kuitenkin vaihtelevan kohteittain, ja vaativan siten tapauskohtaisen tarkastelun. Jyrsittävän betonin pinnassa ei saanut olla teräksiä, ja sen oli oltava rakenteellisesti riittävän hyvässä kunnossa.

Lähteet

- /27/ Karhula, Jyrki & Lampinen, Anssi, Kehä III:n betonipäällysteen jyrsintäkokeilu vuonna 1983. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 407. 28 s.
- /139/ Ylä-Rautio, Matti, Betonipäällysteosuuden tarkastus 6.6.1985. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 1 s.

5.7 BETONIPÄÄLLYSTEKOEILU VILLÄHDE-NASTOLA VUONNA 1984 /2/ (Betonipäällysteen työ- ja liikennetekniset ominaisuudet)

Tutkimuksen tavoite

Koetiellä tutkittiin työn suoritusta, päällysteen rakenteellista toimintaa ja ominaisuuksia, vaurioitumista ja kulumista. Liikennetekniseltä kannalta hankittiin kokemusta tasaisuudesta, kitkasta, melusta ja valonheijastavuudesta.

Sijainti

Koetie rakennettiin valtatielle 12 välille Villähde-Nastola. Betonipäällysteen pituus oli 2450 m.

Koeosuudet

Koetielelle rakennettiin vain yhtä päällystetyyppiä ja yhtä betonimassaa KBET 32/220 sekä silloille nesteytettyjä KBET 32/220, 32/170 ja 32/100. Sementin ja kuonasideaineen (Ovako Oy:n Koverharin tehtaan Virkkalassa jauhettu granuloitu masuumikuona, hienousaste noin 350 m²/kg) suhde oli 1:1. Vertailupäällysteenä koetien kummassakin päässä oli AB 25/150.

Toteutusaika

Betonipäällyste valettiin 4.-26.7.1984 välisenä aikana. Tieosa avattiin liikenteelle 20.10.1984. Päällysteen ensimmäinen vauriokartoitus tehtiin 28.8.1984, melumittaukset nastarengaskauden jälkeen 11.4.1985 ja kitkamittaus 24.4.1985.

Tutkimusprojektin organisaatio

Kokeilun toimeenpanijana oli sama betonitietyöryhmä kuin Rajaniemi-Lakalaiva-koetiellä vuonna 1983. Työryhmän ohella suunnitteluun osallistui TVL:n Hämeen piiri, joka myös oli koeosuuden rakennuttaja. Valutyön urakoi Interbetoni Oy Oy Partek Ab:n liukuvalukoneella. Partekin valmisbetoniyksikkö vastasi betonimassan valmistamisesta, kuljetuksista ja betonin laadunvalvonnasta sekä ennakkokokeista. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio teki mittaukset ja laati tutkimusraportin.

Tulokset

Taivutusvetolujuudeltaan betonin normikoe-kappaleet täyttivät 91 vuorokauden vaatimuksen 6.5 MN/m², puristuslujuus sen sijaan jäi K 60

-luokan betonista noin 1.1 MN/m^2 . Selvää korrelaatiota ilmapitoisuuden ja tiheyden tai ilmapitoisuuden ja lujuuden välillä ei havaittu. Pakkaskestävyyskokeiden mukaan betoni kesti hyvin toistuvan jäätyksen ja sulamisen.

Rakenteesta porattujen koekappaleiden lujuudet olivat normikoekappaleita pienemmät. Tiheydet ja lujuudet olivat päällysteen alaosassa suuremmat kuin pinnan lähellä, minkä arveltiin johtuneen koneen riittämättömästä tiivistysvoimasta ja valmiin pinnan huonosta jälkihoidosta. Suurin osa saumoista sahattiin valua seuranneena päivänä. Ensimmäiset villit poikkihalkeamat syntyivät vuorokauden kuluttua sahauksesta, vaikkei niitä ennen sahausta ollut lainkaan.

Ensimmäisen talven tarkkailun mukaan laajeneminen raudoittamattomissa saumoissa oli enimmillään 6.5 mm , mihin saumausmassan venymisominaisuudet eivät enää riittäneet. Saumausaine joko irtosi laatan reunasta tai halkesi keskeltä saamaa. Raudoitettujen liikuntasaumojen liike oli suurimmillaan $2...3 \text{ mm}$, ja saumausmassa oli ehjä ja kiinni laatan reunoissa.

Laatoittaisen vauriokartoituksen mukaan pieniä halkeamia oli noin sadassa laatasta (kaikkiaan laattoja oli 980). Vaurioiden pääsyynä pidettiin puutteellista jälkihoitoa.

Sekä sysäys- että lasermittarilla saatiin betonipäällysteen epätasaisuusluvaksi molemmilla kaistoilla yli 200 cm/km , ja pinnassa oli runsaasti pienipiirteistä epätasaisuutta.

Liukuvalukoneen työnaikaisista pysähdyksistä 38% aiheutui massan odotuksesta ja 57% kuorman purkamisen odottamisesta. Lyhyt kuljetusmatka sekoitusasemalta työmaalle mahdollisti edullisten ja nopeasti purkavien avolava-autojen käytön. Myös allasautoja käytettiin.

Päällysteen karkeutusharjaus nailonharjalla onnistui melko huonosti, ja teräspiikkistä harjaa ehdotettiin kokeiltavaksi. Jälkihoitoaine levitettiin liian myöhään. Osittain tämä johtui pinnan ja reunojen vaatimista korjauksista.

Hyvään tasaisuuteen betonitiellä arveltiin päästävän esimerkiksi käyttämällä viimeistelytasauspalkkia levittimessä.

Päätelmät

Ensimmäisen nastarengaskauden jälkeen tehdyt melumittaukset osoittivat betonipäällysteen olleen $1...2 \text{ dB}$ asfalttiosuuksia hiljaisemman sekä 70 km/h että 100 km/h nopeuksilla. Betonin sivukitka-arvot kaistoittain olivat 0.66 ja 0.67 , asfaltin 0.77 ja 0.83 . Kuivan pinnan valonheijastavuus oli betonilla $96.5 \text{ mcd/m}^2\text{lx}$, kun se asfaltilla oli yleensä $5.0...10.0 \text{ mcd/m}^2\text{lx}$.

Lähteet

- /2/ Alkio, Risto & Koivisto, Seppo & Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu vt 12:lla välillä Villähde-Nastola 1984. Espoo 1985, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 471. 53 s.

6 ASFALTTIPÄÄLLYSTEKOKEIDEN TILASTOMATEMAATTINEN TARKASTELU

6.1 YLEISTÄ

Tässä luvussa tarkastellaan ainoastaan asfalttibetonikoeteita. Niistäkään eivät kaikki kirjallisuussosassa selostetut kokeilut ole mukana. Yleisenä kriteerinä jonkin koetien valinnalle oli (diplomityön kirjoittamisen aikataulun ohella) sen "edustavuus" eli se, että koetta koskevissa raporteissa oli tietoja niistä muuttujista, jotka valittiin kulumisen selittäjiksi. Tilastollisessa tarkastelussa on mukana kaikkiaan 36 koetietä.

Muuttujat tilastolliseen tarkasteluun otettiin sillä perusteella, että kyseinen arvo löytyi - tai oli laskettavissa - 50-60 prosentissa kaikista koetieselostuksista.

Kulumista on mitattu uransyvyytinä (millimetreinä; raporteissa ilmoitettuna tai 2 m oikolautatuloksena) ja poikkileikkausprofiilin kulumisena (neliösenttimetreinä). Oikolautamittaus lienee yleisin uramittaustapa. Taulukkoa varten on laskettu suhteelliset kulumisarvot KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa.

Tilastointiin on pyritty ottamaan "lähimpänä" tietä oleva tulos, eli esimerkiksi poranäyte tai mittaustulos (massamäärä, tyhjätila, seulat) eikä teoreettista arvoa. Eri vuosien mittausarvoista (esimerkiksi seulojen läpäisyprosentit) on otettu vanhin, lähimpänä lähtötilannetta ollut luku.

Uransyvyytinä on käytetty reuna-uran ja keskiuran keskiarvoa. Vaikka alku-ura olisi ilmoitettu, sitä ei ole jätetty pois, koska uransyvyys yleensä sisältää alku-uran (niitä ei ole eroteltu).

KVL on ollut raportissa ilmoitettu tai muuten "edustava", esimerkiksi koeajan alun ja lopun keskiarvo. Los A -luku oli runkoaineen (eli siis karkeimman lajitteen) tai karkeutuksen, jos siitä oli tietoa. Maksimiraekoko oli runkoaineen (ei karkeutuksen), koska runkoainekin kuluu kokeen alussa osittain ja lopussa yleensä pelkästään.

Leveys oli ajoradan leveys (tierekisteristä, moottoriteillä 2 ajorataa) eli se leveys, jota KVL rasitti. Vuotena on pidetty 12 kuukautta, koska se kuitenkin yleensä on ollut laskentavuotena suhteellisia kulumisarvoja laskettaessa. Nopeus oli suurin koealueen nopeus (jos tarkempaa tietoa ei ollut), koska sen katsotaan kuluttavan päällystettä eniten.

Massamäärä on otettu mieluiten näytteistä. Kuumennusmassapintauksessa ja massapintauksessa karkeutuskiven massaa ei ole otettu huo-

mioon, koska sitä ei yleensä ole ilmoitettu.

6.2 LÄHTÖARVOT

Päällysteiden suhteellista kulumista millimetreinä tai neliösenttimetreinä selitettiin 25 eri muuttujalla:

1. Massan maksimiraekoko (mm)
2. Massamäärä (kg/m^2)
3. Los Angeles -luku
4. Kiviaineksen kiintotiheys (kg/m^3)
5. KVL (ajoneuvoa vuorokaudessa)
6. Raskaiden ajoneuvojen lukumäärä (ajoneuvoa vuorokaudessa)
7. Massan tyhjätila (%)
8. Marshall-arvo (kN)
9. Flow-arvo (mm)
10. Massan tiheys (kg/m^3)
11. Massan sideainepitoisuus (%)
12. Ajoradan leveys (m)
13. Nopeusrajoitus (km/h)
14. 0.074 mm seulan läpäisyarvo (%)
15. 0.125 mm seulan läpäisyarvo (%)
16. 0.25 mm seulan läpäisyarvo (%)
17. 0.5 mm seulan läpäisyarvo (%)
18. 1 mm seulan läpäisyarvo (%)
19. 2 mm seulan läpäisyarvo (%)
20. 4 mm seulan läpäisyarvo (%)
21. 6 mm seulan läpäisyarvo (%)
22. 8 mm seulan läpäisyarvo (%)
23. 12 mm seulan läpäisyarvo (%)
24. 16 mm seulan läpäisyarvo (%)
25. 20 mm seulan läpäisyarvo (%)

6.3 TILASTOLLINEN ANALYSOINTIMENETELMÄ

Taulukko käsiteltiin Teknillisellä korkeakoululla mikrotietokoneella spss-tilasto-ohjelmalla ja tulostettiin korrelaatiomatriisina. Matriisin perusteella valittiin jatkokäsittelyä varten kahdeksan muuttujaa: kiviaineksen kiintotiheys (kg/m^3), massan tiheys (kg/m^3), massan sideainepitoisuus (%), ajoradan leveys (m), 0.25 mm seulan läpäisyarvo (%), 8 mm seulan läpäisyarvo (%), 12 mm seulan läpäisyarvo (%) ja 16 mm seulan läpäisyarvo (%). Myös muita muuttujia otettiin mukaan erilaisia yhdistelmiä kokeiltaessa.

Muuttujien lineaariset regressiot suhteellisen urautumisen kanssa

laskettiin mikrotietokoneella Lotus 123 -ohjelmiston avulla. Samalla ohjelmistolla laskettiin sekä yksittäisten muuttujien että yhdistelmien korrelaatiokertoimet ja regressiot. Myös lineaariset regressiosuorat piirrettiin Lotuksen grafiikkaosalla.

6.4 TULOKSET

Saadut riippuvaisuudet jäivät vaatimattomiksi. Vaikka valtaosa tuloksista summaltaan tukikin "yleisesti tunnettuja" kulumiseen vaikuttavia tekijöitä, olivat lineaarisen regressioanalyysin korrelaatiokertoimet kauttaaltaan hyvin huonoja. Yhdenkään yksittäisen muuttujan korrelaatio kulumisen kanssa ei ollut merkittävä. Korkeimmat arvot olivat raskaan liikenteen määrällä (0.22) ja KVL:llä (0.19), jotka tosin tavallaan sisältyvät suhteellisen kulumiseen.

Millimetri- ja neliösenttimetrikulumisen keskinäinen korrelaatio jäi huonoksi (0.58).

Erilaisia muuttujien yhdistelmiä käyttämällä korrelaatiokertoimet näyttivät hieman paremmilta, vaikka tulokset eivät näinkään olleet kovin vakuuttavia.

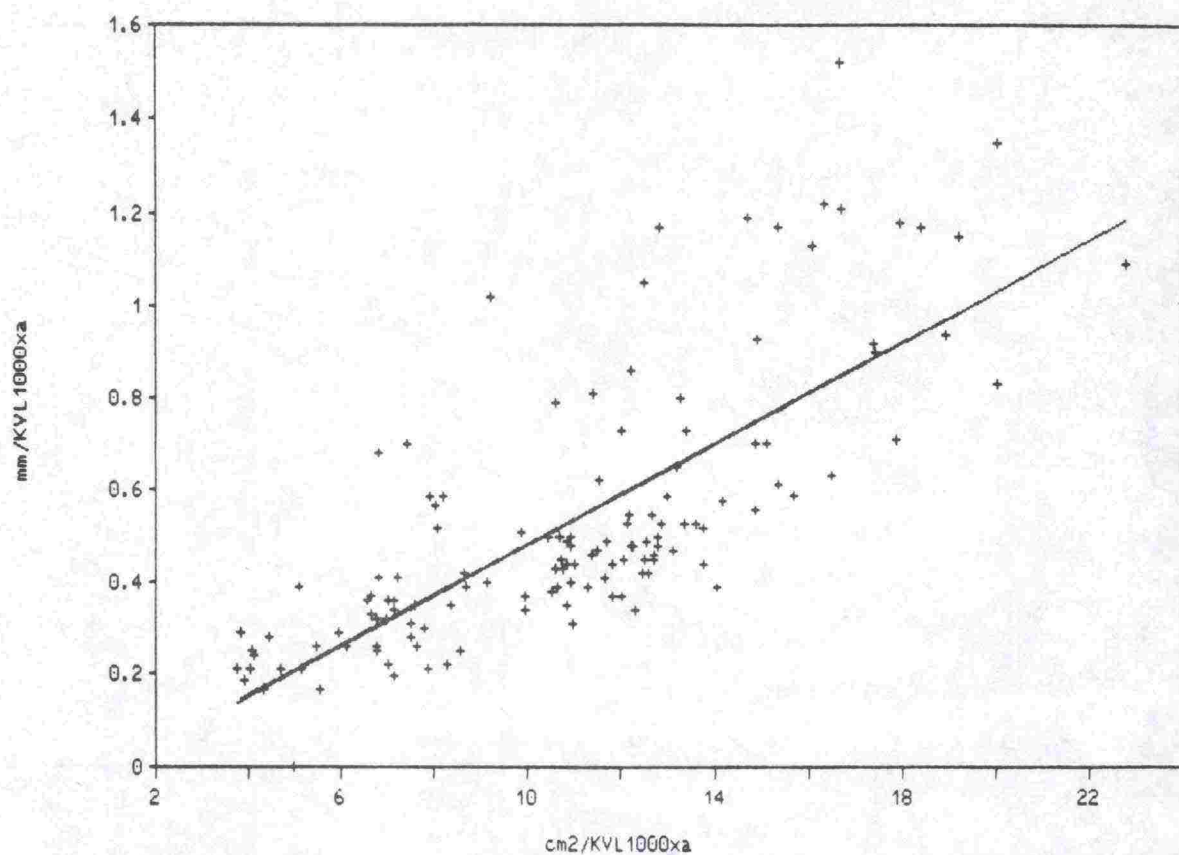
Yksittäin tehtyjen analyysien perusteella asfalttibetonipäällysten suhteellinen kulumisen pieneni, kun kiviaineksen seulan läpäisyprosentti kasvoi (0.25, 0.5 ja 1 mm seulat). Täytejauheen ja hienon kiviaineksen lisääminen siis paransi kestävyyttä.

Läpäisyarvon kasvaessa 12 ja 16 mm seuloilla myös päällysten suhteellinen kulumisen lisääntyi. Toisin sanoen runkoaineksessa on oltava riittävästi kargeita kiviaineksia. Seulojen läpäisyprosenttien lineaarinen regressio tukee esimerkiksi epäjatkovakäyräisistä päällysteistä saatuja myönteisiä kokemuksia.

KVL:n kasvaessa asfalttibetonin suhteellinen kulumisen väheni. Raskaan liikenteen KVL:n tarkastelu antoi saman tuloksen. Ajouradan leveyden suurentuessa päällysteet kuluivat suhteellisesti vähemmän.

Kiven kiintoutumisen kasvaessa suhteellinen kulumisen väheni. Saman suuntaisesti vaikutti sideainepitoisuuden kasvaminen. Los Angeles -luvun nousu sen sijaan lisäsi suhteellista urautumista.

Seuraavilla sivuilla esitellään yhdistelmät, joiden korrelaatio oli suurempi kuin 0.50.



Y = Suhteellinen kuluminen millimetreinä KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa

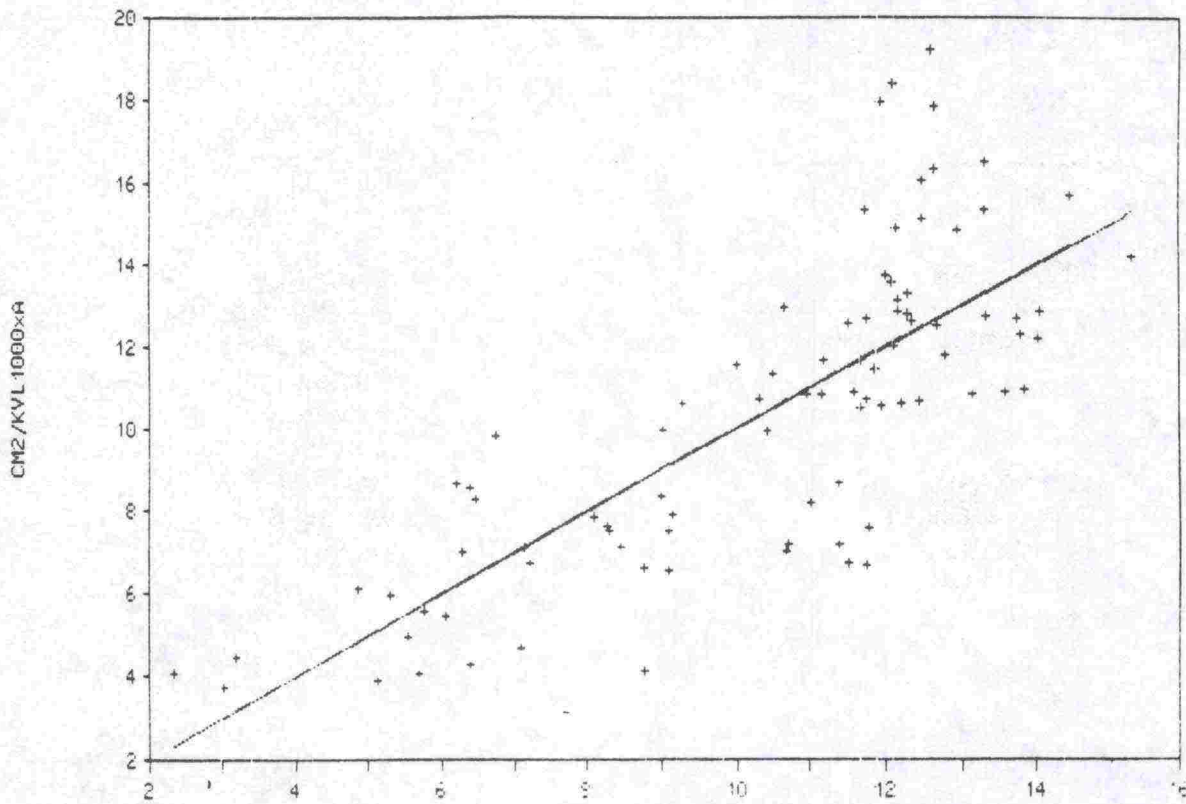
X1 = Suhteellinen kuluminen neliösenttimetreinä KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa, kerroin 0.054752

Vakio = -0.06472

N = 132

R = 0.58

Kuva 48. Suhteellisten kulumistulosten keskinäinen korrelaatio.



Y = Suhteellinen kuluminen neliösenttimetreinä KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa

X1 = Kiviaineksen kiintotiheys kg/m^3 , kerroin 0.001495

X2 = Massan tiheys kg/m^3 , kerroin -0.00570

X3 = Sideainepitoisuus %, kerroin -2.33935

X4 = Ajouradan leveys m, kerroin -0.33678

X5 = 0.25 mm seulan läpäisyprosentti, kerroin -0.08974

X6 = 8 mm seulan läpäisyprosentti, kerroin 0.163382

X7 = 12 mm seulan läpäisyprosentti, kerroin -0.21040

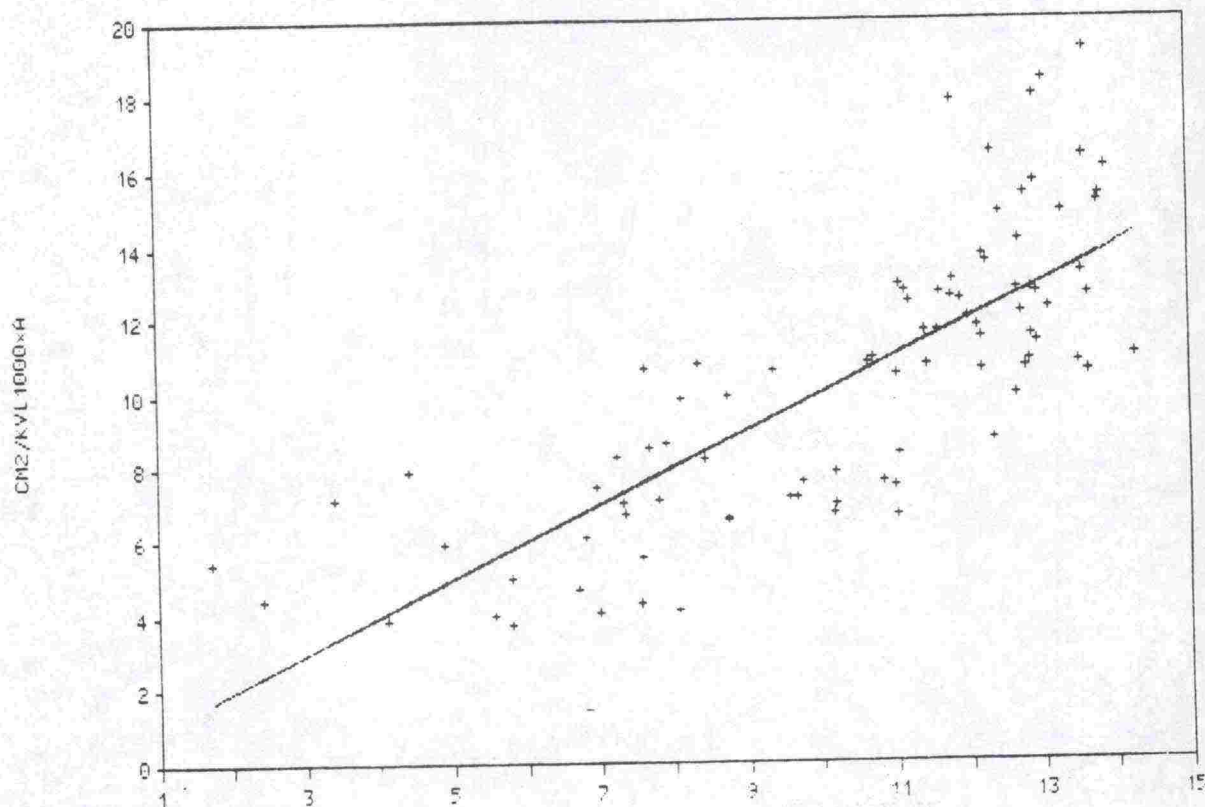
X8 = 16 mm seulan läpäisyprosentti, kerroin 0.147326

Vakio = 31.68049

N = 89

R = 0.60

Kuva 49. Kahdeksan eri muuttujan korrelaatio poikkileikkauksen profiilin kuluminen kanssa.



Y = Suhteellinen kulumisen neliösenttimetreinä KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa

X1 = Kiviaineksen maksimiraekoko mm, kerroin -0.47360

X2 = Kiviaineksen tiheys kg/m³, kerroin -0.02131

X3 = Tyhjätila %, kerroin -0.34540

X4 = Massan tiheys kg/m³, kerroin 0.023850

X5 = Sideainepitoisuus %, kerroin -1.54004

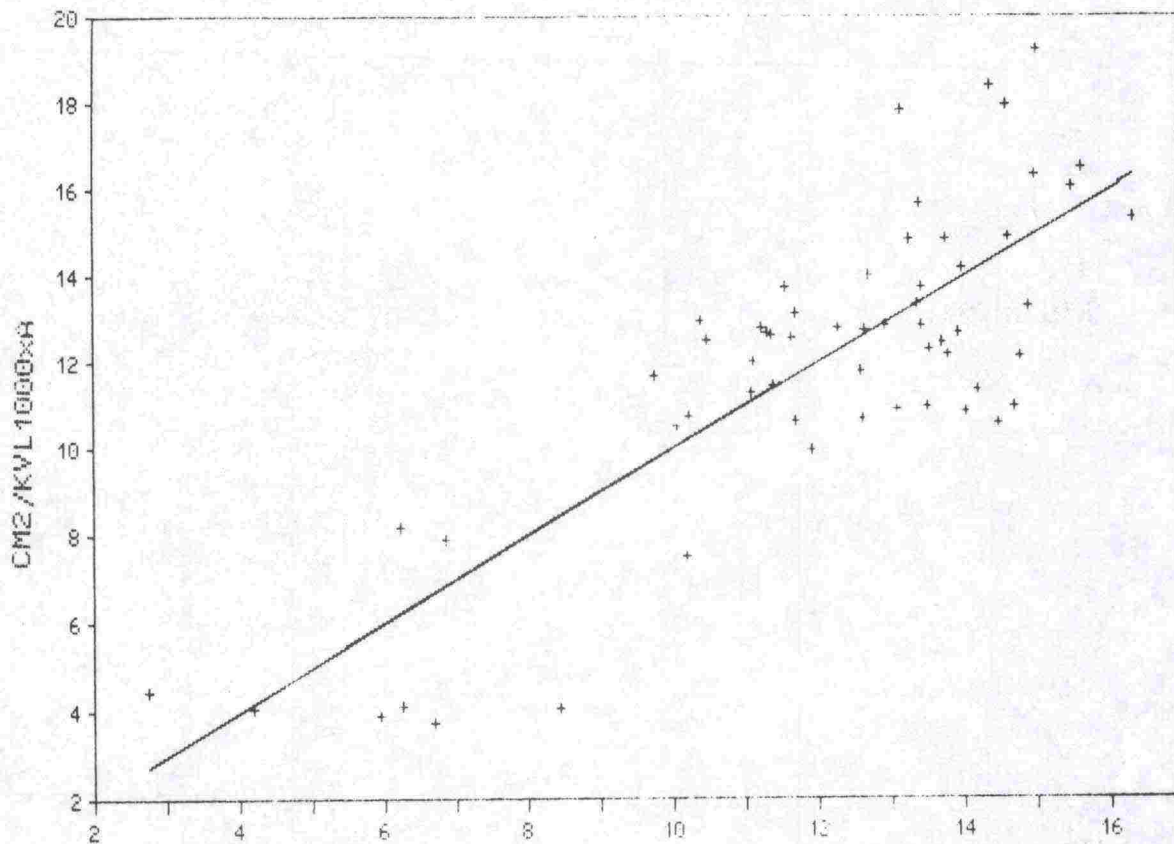
X6 = 0.074 mm seulan läpäisyprosentti, kerroin -0.23934

Vakio = 31.87997

N = 89

R = 0.61

Kuva 50. Kuuden eri muuttujan korrelaatio poikkileikkauksen profiilin kulumisen kanssa.



Y = Suhteellinen kulumisen neliösenttimetreinä KVL:n 1000
autoa kohti vuodessa

X1 = Kiviaineksen maksimiraekoko mm, kerroin -0.52952

X2 = Los Angeles -luku, kerroin 0.244421

X3 = Tyhjätila %, kerroin -0.23987

X4 = Marshall-arvo kN, kerroin -0.09638

X5 = Flow-arvo mm, kerroin -0.63333

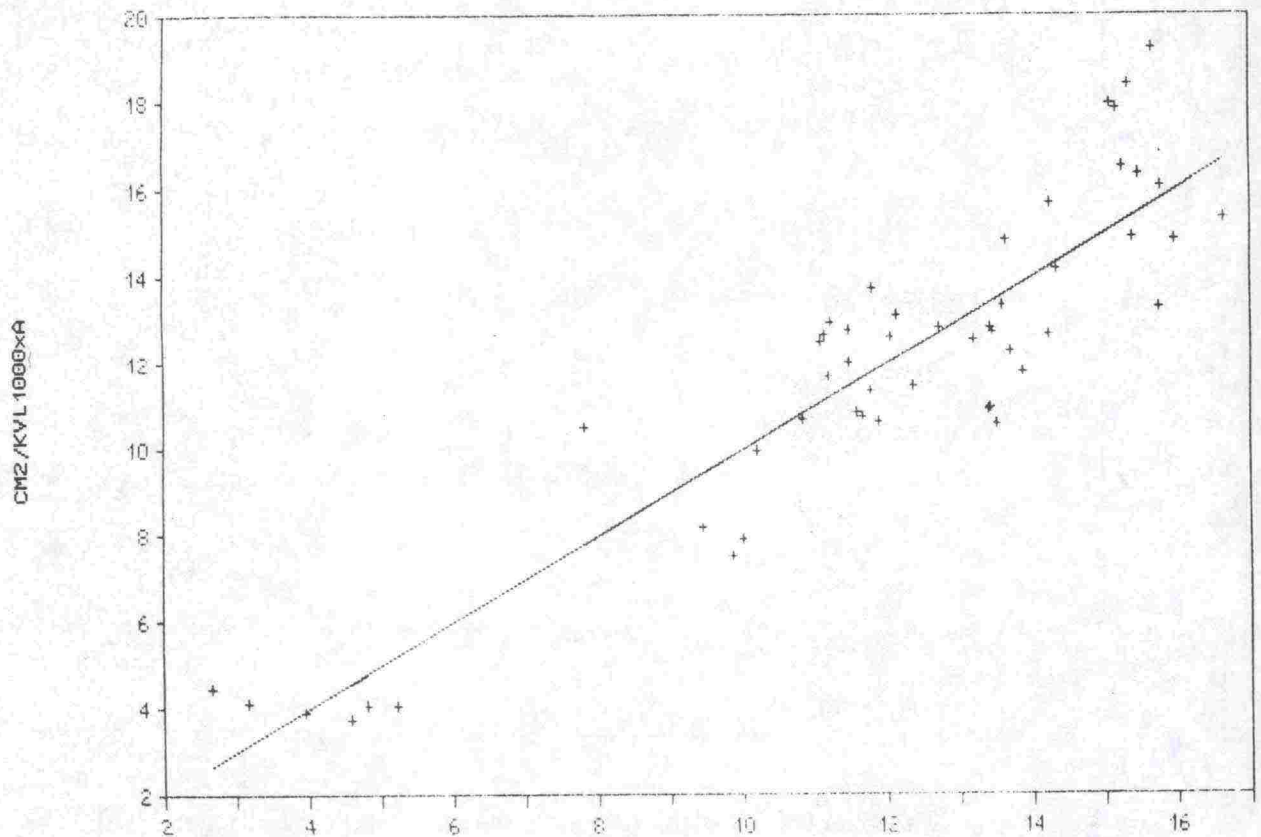
X6 = Sideainepitoisuus %, kerroin -3.03818

Vakio = 37.62555

N = 59

R = 0.67

Kuva 51. Kuuden eri muuttujan korrelaatio poikkileikkauksen profiilin kulumisen kanssa.



Y = Suhteellinen kuluminen neliösenttimetreinä KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa

X1 = Kiviaineksen maksimiraekoko mm, kerroin -0.30510

X2 = Massamäärä kg/m², kerroin -0.05808

X3 = Los Angeles -luku, kerroin 0.348551

X4 = Tyhjätila %, kerroin -0.38435

X5 = Marshall-arvo kN, kerroin -0.88587

X6 = Flow-arvo mm, kerroin -0.08438

X7 = Sideainepitoisuus %, kerroin -2.54753

X8 = Ajoinleveys m, kerroin -0.70251

X9 = Tieosan nopeus km/h, kerroin 0.160553

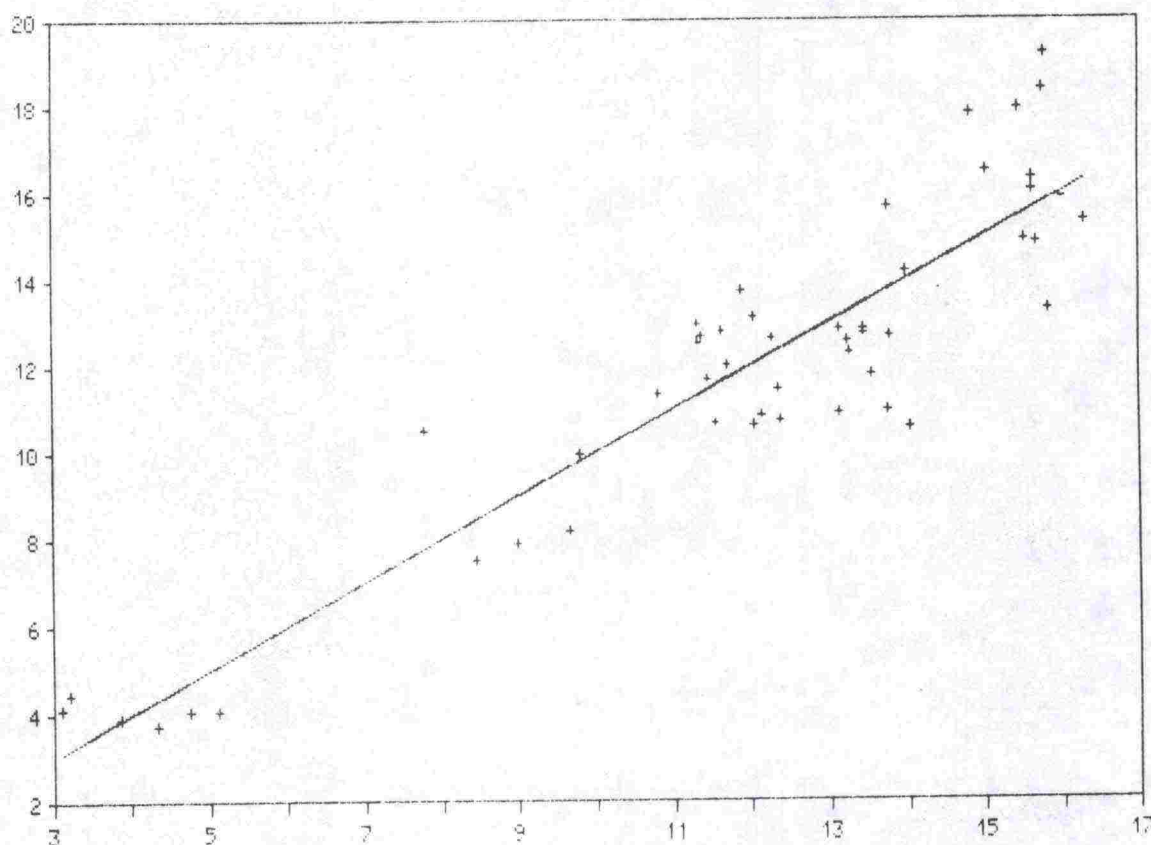
X10-X12 = Seulojen 8, 12 ja 16 mm läpäisyprosentit, kertoimet -0.02228, 0.003981 ja -0.07419

Vakio = 33.96551

N = 51

R = 0.83

Kuva 52. Kahdentoista eri muuttujan korrelaatio poikkileikkauksen profiilin kuluminen kanssa.



Y = Suhteellinen kuluminen neliösenttimetreinä KVL:n 1000 autoa kohti vuodessa

X1 = Kiviaineksen maksimiraekoko mm, kerroin -0.27798

X2 = Massamäärä kg/m², kerroin -0.06592

X3 = Los Angeles -luku, kerroin 0.304751

X4 = Kiviaineksen kiintotiheys, kerroin -0.00467

X5 = KVL ajoneuvoa vuorokaudessa, kerroin -0.00012

X6 = KVL raskaat ajoneuvot vuorokaudessa, kerroin -0.00050

X7 = Tyhjätila %, kerroin -0.26370

X8 = Marshall-arvo kN, kerroin -0.64216

X9 = Flow-arvo mm, kerroin 0.082948

X10 = Massan tiheys kg/m³, kerroin 0.000787

X11 = Sideainepitoisuus %, kerroin -2.04953

X12 = Ajouradan leveys m, kerroin -0.31778

X13 = Tieosan nopeus km/h, kerroin 0.118819

X14-X16 = Seulojen 8, 12 ja 16 mm läpäisyprosentit, kertoimet 0.027362, -0.04174 ja -0.09358

Vakio = 45.57161, N = 49,

R = 0.84

Kuva 53. Kuudentoista eri muuttujan korrelaatio poikkileikkauksen profiilin kuluminen kanssa.

6.5 PÄATELMÄT

Lähtöaineisto oli liian epähomogeeninen. Tavallisesti tilastollinen tarkastelu tehdään niin, että ensin suunnitellaan tutkimuskohde ja sitten kerätään haluttu havaintoaineisto. Tällä kerralla järjestys oli päinvastainen: kirjoitustyön ohella kerättiin materiaalia, josta sitten yritettiin saada tilastollisin keinoin eri muuttujien keskinäisiä riippuvaisuuksia esille. Vaikka tarkasteltiin vain asfaltti-betonikokeiluja, oli aineistossa liikaa ominaisuuksiltaan vaihtelevia päällysteitä.

Suhteellisen kulumisen laskemisessa saattoi olla virheitä tai puutteita. Lisäksi havaintojen lukumäärä pieneni sitä enemmän mitä useampia muuttujia oli mukana tarkastelussa: yhdenkin arvon puuttuminen aiheutti aina koko rivin (eli muidenkin kokeilujen vastaavan tiedon) poistamisen aineistosta. Parhaitten korrelaatiokertoimien kohdalla onkin muistettava, että havaintojen määrä (noin 50) oli vain viidesosa aineistosta (taulukossa oli 246 riviä ja 27 saraketta).

Neliösenttimetreinä ilmoitettu poikittaisprofiilin kulumisen kuvaa päällysteen kulumista paremmin kuin uransyvyyksistä mitattu millimetrikulumisen: samoilla yhdistelmillä testattaessa cm^2 -korrelaatio oli aina mm-korrelaatiota parempi.

Tässä esitettyä perusteellisempi aineiston haku ja käsittely sekä monipuolisemmin (eri menetelmillä) tehty tilastollinen tarkastelu todennäköisesti antaisivat luotettavampia tuloksia koepäällysteitä koskevista yhteisistä lainalaisuuksista.

7 PÄÄTELMÄT TIEPÄÄLLYSTEKOKEILUISTA

7.1 TUTKIMUSAIHEIDEN VALINTA

Vuosina 1975-86 tutkittiin eri tyyppisten päällysteiden ominaisuuksia sangen vaihtelevasti. Jakson loppupuolella painopiste (eritoten kuumapäällysteillä) on ollut kulumis- ja deformaatiokestävyyden tutkimisessa ja parantamisessa.

Asfalttibetonipäällysteiden suosituimmat kokeilukohteet olivat si-deaine, (epäjatkuva) rakeisuuskäyrä, kiviaines ja halkeamat. Massatyyppisiä ja niiden erilaisia ominaisuuksia tutkittiin: syväasfalttia, valuasfalttia, vedenläpäisevyyttä, tartukkeita, lajittumisominaisuuksia, tyhjätilan vaihtelua, massa- ja kumennuspintauksia, täytejauheita sekä lajittumista testattiin. Sekoittimet, levittimet, jyrät ja muut massan valmistukseen ja levitykseen liittyvät koneet ja laitteet saivat vähemmän huomiota.

Öljysorakokeiluiden aiheina olivat sementin käyttö, kevennetty öljysorakerros, ennen aikainen vaurioituminen sekä bitumiöljyn ominaisuudet ja laatuvaatimukset.

Muiden bitumilla sidottujen päällysteiden kokeiluilla pyrittiin vaurioiden ehkäisyyn, edulliseen kunnossapitoon, emulsioiden ja vaahtobitumin soveltuvuuden selvittämiseen sekä kantavuuden ja ajomukavuuden parantamiseen.

Betonipäällystekokeiluilla selvitettiin eri tyyppisten liikenneeräsi-tusten sietoa, kustannuksia, liukuvalua, jyräntämahdollisuuksia, sementin korvaamista masuunikuonalla ja työ- ja liikenneteknisiä ominaisuuksia yleisesti.

7.2 KOEPAIKAT

Koetien rakentamispaikka on vaikea valita niin, ettei sitä haluttaessa päästä arvostelemaan "puolueellisuudesta" jotakin koeosuutta kohtaan. Mäet, kaarteet, pohjamaa, tien rakennekerrokset, kantavuus, kuivatus, liittymät ja ympäröivä maasto (aukea, metsä) antavat aina mahdollisuuden spekulointiin.

Koeosuuksien lyhyys vaikeuttaa tulosten luotettavaa arviointia. Jos osuudet seuraavat välittömästi toisiaan, ei koeosuuden vaihtuminen aina tapahdu tarkalleen tietyllä paalulukemalla. Massan tai sideaineen koostumuksen vaihtuminen tai laitteiden säätöjen muuttuminen tapahtuu vaihteittain. Siksi liian lyhyt koeosuus voi antaa vääristyneet tulokset tutkittavasta ominaisuudesta. Puoli kilometriäkään ei

vielä ole pitkä koeosuus vaativassa kuumapäällystekokeilussa.

Pudasjärven bitumikokeilussa vuonna 1971 koeosuudet rakennettiin toiselle ja vertailupäällyste toiselle kaistalle. Raskas puutavara-liikenne kulki ainoastaan toiseen suuntaan, eikä kulumisesta saatu normaalin päällysteen kanssa vertailukelpoista tietoa. Tutkimuksen tekijöiden mielestä koeosuudet olisi pitänyt sijoittaa toiselle, kevyemmin kuormitetulle kaistalle. Kuitenkin koe- ja vertailuosuudet olisi voitu rakentaa koko tien poikkileikkaukselle (peräkkäin kummallekin kaistalle).

Vuonna 1984 tehdyllä maksimiraekoetiellä jouduttiin koeosuudet lopettamaan noin 100 m ennen suunniteltua, koska kokeilua varten tassattu alusta loppui kesken. Koeosuudet olivat yleensäkin melko lyhyitä. Osittain se selittyy liikennemäärän pitämisellä muuttumattomana koealueella; koetien on mahdollista liittymien väliselle tieosalle.

Öljysoran sementtikokeilussa vuonna 1976 kulumiskestävyyden ero sementtiä sisältäneiden osuuksien ja normaalin öljysorapäällysteen välillä jäi osittain selvittämättä, koska yksi osuuksista rakennettiin selvästi muita huonompaan paikkaan (mäkinen ja kaarteinen tieosa vs suora ja tasainen tieosa). Toisaalta tähän seikkaan vedotaan usein. Koeteillä vertailtavat päällysteet on rakennettava kantavuudeltaan ja geometrialtaan samanlaisille alustoille, ellei nimenomaan tutkita näiden ominaisuuksien vaikutuksia. Sitä paitsi - ainahan teilläämme on mutkia ja mäkiä.

Kehä III:n betonipäällystekokeilussa koetie muuttui kesken seuranta-ajan kaksisuuntaisesta yksisuuntaiseksi. Ehkä se ei vielä pilannut tulosten tulkintaa, mutta lisäksi koealueelle tuli valo-ohjattu liittymä, joka varmasti sotki liikennevirran ominaisuudet (nopeus, jarrutukset, kiihdytykset, kääntyvät ajoneuvot ja KVL eri päällysteosuuksilla). Kehä III:n tulevat suunnitelmat olivat varmaankin saatavilla, kun koetien sijainnista päätettiin. Kokeilu oli melko pitkäaikainen ja saadut tulokset olisivat voineet olla luotettavampia, jos liikenteelliset olot olisivat pysyneet kutakuinkin samanlaisina.

7.3 KALUSTO

Koneiden (koneasema, kuljetuskalusto, levitin, tiivistyskalusto ja avustavat laitteet) kapasiteetit ja yhteensopivuus pitää laskea tarkasti etukäteen. Esimerkiksi osa Paraisten Kalkkitien epätasaisuuksista johtui levittimen jatkuvista seisahteluista, jotka puolestaan aiheutuivat betoniaseman riittämättömästä kapasiteetista.

Kaluston mitat, ulottuvuudet ja tekninen kunto on selvitettävä luotettavasti ennen päällystekokeilun tekemistä. Samaisella Paraisten

Kalkkitiellä notkistetun betonin kuljetukseen parhaiten sopinut kalusto (sekoittavat autot) ei sopinut koneasemalla sekoittimen alle. Päällysten saumojen sahauskalusto ei puolestaan ollut riittävän nopea massan levitystehoon verrattuna. Sahauksen viivästymisen takia uuteen päällysteeseen syntyi "villejä" halkeamia.

Kokeiluissa käytetyt laitteet ovat hajoilleet ja niitä on vaihdeltu kesken koetta lähes jokaisella koetiellä. Nämäkin ongelmat voidaan poistaa tarkoilla etukäteissuunnitelmilla ja -tarkastuksilla.

Koetien rakentamista ei pidä aloittaa harjoittelemalla. Trinidad-kokeilussa vuonna 1985 epäjatkuvan massan teko aloitettiin juuri koeosuudelta, vaikka vertailuosuutta olisi ollut yli 10 km. Sama pätee koneisiin: aloitetaan kokeilu uunituoreella koneella, vaikkei osata vielä käyttää sitä eikä hallita sen säätöjä.

Vuonna 1984 tehdyllä maksimiraekoetiellä arveltiin saadun liian alhaisia massan lämpötiloja (AUL:n edustajan näkemys) tarkistusmittauksissa, koska käytössä olleet lämpömittarit olivat liian hitaistoimisia. Vanhoilla pistomittareilla oli mahdoton mitata lämpötilaa nopeasti ja luotettavasti. Tarvitaan siis joko nopeammat mittarit - joita toki nykyaikana on olemassa - tai enemmän aikaa mittauksia varten.

7.4 KOREILUPÄÄLLYSTEET

Mikä tahansa tie, jonka rakenteet tunnetaan ja jonka seuranta on johdonmukaista, voi olla koetie.

Kymmenen-viidentoista viime vuoden aikana päällysteiden suhteellinen kulumiskestävyys on parantunut.

Pudasjärvellä vuonna 1971 pehmeä bitumi B-300 halkeili kovempia si-deainelaatuja enemmän. Nurmijärven (1979) ja Mäntsälän (1981) kokeusten mukaan kovaa bitumia B-65 (tai B-45) ei suositella vilkasliikenteiselle tielle: B-120 kesti hyvin, neuvostoliittolainen bitumi kului saudiarabialaista enemmän. Kumibitumikokeilu Kehä III:lla vuonna 1985 osoitti lupaavia tuloksia. Keravan bitumikoetiellä (1986) kumibitumiosuudet kestivät vertailu- ja A-bitumiosuuksia paremmin kulutusta. Päällysten tyhjätila kasvaa mäntyöljypitoisuuden nousun myötä (Kitee 1986).

Mäntsälässä vuonna 1971 tehdyn koetien mukaan valuasfaltti kestää kulutusta tavallista asfalttibetonia paremmin, mutta on hinnaltaan liian kallista. Päällystekoetiet Kehä III:lla (1976) ja Helsingissä (1983) vahvistivat kulumiskestävyys. Jorvaksentien valuasfalttikokeilusta (1974) sen sijaan saatiin kulumiskestävyydelle päinvastainen tulos. Sipernatin, Trinidad Epuren ja puhalletun bitumin käyttö pienentää valuasfaltin deformaatiota (Helsinki 1980). Sipernat ei

vähennä nastarenkaiden aiheuttamaa kulumista (Jorvaksentie 1985). Lahden moottoritiellä (1985) Trinidadia sisältänyt asfalttibetoni urautui ja kului selvästi vertailuosuuttaan enemmän.

Syväsfaltti on hyvä tai vähintään kohtalainen vanhojen teiden ja katujen vahvistamiskeino. Tartukkeiden vaikutuksesta kumapäälysteiden kulutuskestävyyteen ei ole saatu kiistatonta näyttöä.

Epäjatkuvakäyräinen asfalttibetoni kestää kulutusta paremmin kuin tavallinen asfalttibetoni, mutta on herkempää deformatumaan. Myös vaurioituminen on nopeaa, jos purkautuminen jostakin syystä pääsee alkun. Maksimiraekooltaan 8 ja 12 mm massat eivät sovellu lainkaan vilkasliikenteisille teille (Helsinki 1984).

Rummussa sekoitettu päällyste kestää kulutusta huonommin kuin annos-sekoittimessa tehty asfalttibetoni (Tuusulantie vuorona 1975). Parkanossa vuorona 1979 ei selvää eroa todettu.

Kuumennuspintaauksella voidaan tehdä normien vaatimukset täyttävää massaa, mutta päällysteen tasaisuus, homogeenisuus ja ulkonäkö aiheuttavat ongelmia (kuumennuspintaustutkimus 1978-80).

Asfalttimassan lajittumista voidaan selittää tyhjätilan, sideainepitoisuuden sekä 0.074, 4 ja 12 mm seulojen läpäisyprosenttien avulla (TTKK 1976). Vantaalla vuorona 1982 ja Helsingissä 1984 levitin ja massan levitystapa vaikuttivat huomattavasti lajittumien syntyyn.

Masuumikuona asfalttibetonin runkoaineena heikentää päällysteen kulutuskestävyyttä (kokeilut Raahessa 1978). Ferrochromikuona urautuu hieman vähemmän kuin tavallinen asfalttibetoni (vt 21, Tornio 1979). Oikea sideainepitoisuus ja huolellinen tiivistys ovat tärkeitä kumapäälylystettä tehtäessä (Raahelä 1981).

Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus (1974-82) vahvistaa käsitystä, jonka mukaan leveitä teitä kannattaa rakentaa: ajoneuvojakauma sivusuunnassa hajoaa ja urautuminen vähenee (kulutusrasitus jakautuu laajemmalle alueelle). Tosin leveyden kasvu yleensä merkitsee samalla tien rakenteen paranemista, eli myös tieosan deformaatio vähenee. Muita havaintoja tutkimuksesta:

- KVL 1000, urautuminen 0.8 mm/a
- KVL 10000, urautuminen "vain" 3.5 mm/a
- KVL 1000, poikkiprofiili kuluu 20 cm²
- KVL 10000, poikkiprofiili kuluu 50 cm²
- KVL 1000, 7 m leveän päällysteen urautuminen 0.65 mm/a,
9 m leveän päällysteen urautuminen 0.35 mm/a,
12 m leveän päällysteen urautuminen 0.25 mm/a

Urautumisarvot ovat suhteellisia (millimetriä tai neliösenttimetriä KVL:n 1000 ajoneuvoa kohti vuodessa).

Paksu päällystekerros (150-170 kg/m²) kestää kulutusta paremmin kuin normaali laatta (100 kg/m², Espoo 1985).

Piikkiön koetiellä (1978) sideaine- ja täytejauhepitoisuuksien avulla muuteltu tyhjätila ei vaikuttanut merkittävästi urautumiseen. Kiviaineksen lujuusominaisuudet sen sijaan selittivät urautumista melko hyvin. Nurmijärvellä (1979) emäksinen kalkki täytejauheena vähensi kulumista 10 % tavalliseen osuuteen (kalkkifilleri) verrattuna. Mäntsälässä vuonna 1981 päällysteen tyhjätilan ja sideainepitoisuuden samanaikainen pieneneminen lisäsi kulumista 12-21 %. Samaan tulokseen tultiin Helsingissä vuonna 1982: pienen sideaine- ja täytejauhemääränsä ansiosta päällyste oli edullinen, mutta jyrkästi lyhennyt kestoikä hävitti näennäisen edun.

Poikkihalkeamat lisääntyvät kun päällyste vanhenee, sen pakkasmäärä kasvaa, alustan kantavuus pienenee, kiviaineksen maksimiraekoko kasvaa tai päällysteen massamäärä vähentyy (Oulu 1983-85). Pakkashalkeamien ehkäisymenetelmäksi on ehdotettu (Oulu 1979-80) solumuovi-alueita tai maalaatikkoa. Hyvään lopputulokseen päästään poistamalla vanhat päällystekerrokset kokonaan ja tiivistämällä päällysrakenteen yläosa uudelleen (Oulu ja Lappi 1981). Halvempi ratkaisu on päällysteen paksuntaminen ja pehmeän sideaineen käyttäminen. Verkoilla ja nauhoilla (Vaasa 1984) tai suodatinkankailla (Lappi 1985) ei kyetä vähentämään vanhojen halkeamien heijastumista uuteen päällysteeseen, mutta kumibitumin käyttö sideaineena Vaasassa esti jonkin verran heijastushalkeilua. Kumibitumi liukupintana vanhan ja uuden päällystekerroksen välillä ja kumibituminoitu sepeli eivät kyenneet estämään halkeamien heijastumista Alavus-Mäyry -koetiellä (Vaasa 1986).

Sementin lisääminen öljysoraan nopeuttaa massan kovettumista, mahdollistaa hyvän tasaisuuden, mutta estää päällysteen muokattavuuden (Punkalaidun-Murronharju 1976). Kiviaineksen murskausasteen kasvu ja bitumiöljyn viskositeetin jäykkeneminen parantavat öljysoran kestävyyttä (Kenttäkokeet 1979-80). Parkano-Karvian kokeilussa vuonna 1981 ehdotettiin Suomeen soveltuvaksi jäykän bitumiöljyn viskositeettirajaksi 350-700 mm²/s. Bitumiöljyemulsiosta voidaan valmistaa öljysoran veroista päällystettä, mutta kuivattu öljysora kestää emulsiopäällystettä paremmin kulutusta (Häme, Keski-Pohjanmaa 1982).

Jos vaahtobitumi kestää talven ja kevään rasitukset, se on hyvä vaihtoehto kantavuuden parantamisessa huonoakin paikallista materiaalia käytettäessä (Turku 1985).

Kehä III:n betonipäällysteen (1971) tasaisuus pysyi koko ajan samana, ja kuluminen oli pienempää kuin asfalttibetonipäällysteillä. Rautaruukin kokeilussa (1981) masuunikuonaa runkoaineena sisältänyt betonipäällyste ei lujuudeltaan ollut normaalin betonipäällysteen veroista.

Tilastollisen tarkastelun perusteella neliösenttimetreinä ilmoitettu poikittaisprofiilin kuluminen kuvasi päällysteen kulumista paremmin kuin uransyvyyksistä mitattu millimetrikuluminen. Samoilla yhdistel-

millä testattaessa cm^2 -korrelaatio oli parempi kuin mm-korrelaatio. Regressioanalyysi tuki pääosin jo tunnettuja käsityksiä päällysteiden kulumisen syistä. Useita muuttujia sisältäneiden tarkastelujen haittana oli aineiston pieneneminen murto-osaan alkuperäisestä. Parhaimmillaan korrelaatiokerroin oli 0.84.

7.5 TULEVAISUUS

Koeteiden raportointia voidaan aina parantaa. Esimerkiksi piirien omista kokeiluista ei monestikaan ole kirjallisia dokumentteja, vaikka mielenkiintoisia päällystekokeiluita on tehty useissa piireissä. Piirien töistä ei aina ole edes valvontaselostuksia. Tehdyistä kokeiluista raportointi voisi olla tavallaan "automaatio". Silloin saataisiin tietoa tutkimuksista (pienistäkin), joita eri tahot tekevät, mutta jotka yleensä jäävät turhan vaatimattomuuden takia julkaisematta.

Varsinaisia koeteitä AASHO:n tapaan ei Suomessa ole oikeastaan rakennettu lainkaan, ovathan ne jo kalleutensa vuoksi maassamme hankalia toteuttaa. Hankala ristiriita koetien ja yleiselle liikenteelle tarkoitetun tien välillä on se, että koetie on ainoa mahdollisuus kokeilla esimerkiksi alimitoitettuja rakenteita ja tutkia tien ja sen rakenteiden vaurioitumista, mutta "mielenkiintoisessa" vaiheessa koetienä toimiva yleinen tie on aina korjattava onnettomuuksien välttämiseksi. Tavallaan siis seuranta on lopetettava kesken. Näin ei kuitenkaan ole jokaisessa tapauksessa; eihän aina ole tarpeen seurata koetietä sen lasketun kestojen loppuun saakka.

Painopisteet päällysteiden tutkimuksessa kulkevat liikenteen eli tien käyttäjien tarpeiden mukaan. Tällainen suunta on havaittavissa esimerkiksi ASTO-projektissa, joka on syntynyt päällystealalla pitkään vallinneiden ongelmien ratkaisemiseksi ja joka onnistuessaan olisi hyvä osoitus maamme päällystealan rajallisten voimavarojen yhdistämisen hyödyllisyydestä.

Kokeiluja suunniteltaessa ja toteutettaessa on muistettava Suomen eri osien maastollinen, maantieteellinen ja liikenteellinen erilaisuus. Alueellinen vaihtelu on otettava huomioon: esimerkiksi päällysteiden urautuminen ja nopea kuluminen ei suinkaan ole koko maata koskeva ongelma, vaikka koeteiden suunnittelijat usein niin ajattelevatkin kokeilukohteita päättyessään. Monissa osissa tieverkkoa ovat päällysteen vanhenemisominaisuudet ja rakentamis- ja kunnossapitokustannusten edullisuus ratkaisevia.

Päällysteiden kansainväliseen kokeilu- ja kehittämistoimintaan on syytä osallistua vuorovaikutuksen edistämiseksi ja omien rajallisten resurssien tuottaman tiedon lisäämiseksi ja syventämiseksi. Varsinkin ilmastollisesti saman tyyppisten maiden kokemuksista kannattaa ottaa oppia.

8 YHTEENVETO

Mikä tahansa tie, jonka rakenteet tunnetaan ja jonka seuranta on johdonmukaista, voi olla koetie. Koetien ja yleiselle liikenteelle tarkoitettujen tien välinen ristiriita on se, että koetie on ainoa mahdollisuus testata esimerkiksi alimitoitettuja rakenteita ja tutkia tien vaurioitumista, mutta tietyssä vaiheessa koetienä toimiva yleinen tie on aina korjattava onnettomuuksien välttämiseksi.

Vuosien 1975-86 päällystekokeilujen painopiste (varsinkin kuumapäällysteillä) on ollut kulumis- ja deformaatiokestävyyden tutkimisessa ja parantamisessa.

Asfalttibetonin suosituimmat kokeilukohteet olivat sideaine, (epäjatkua) rakeisuuskäyrä, kiviaines ja halkeamat. Sekoittimia, levittäjiä, jyriä ja muita massan valmistukseen ja levitykseen liittyviä koneita ja laitteita tutkittiin vähän. Öljysorakokeiluiden aiheina olivat sementin käyttö, kevennetty öljysorakerros, ennenaikainen vaurioituminen sekä bitumiöljyn ominaisuudet ja laatuvaatimukset.

Muiden bitumilla sidottujen päällysteiden kokeiluilla pyrittiin vaurioiden ehkäisyyn, edulliseen kunnossapitoon, emulsioiden ja vaahtobitumin soveltuvuuden selvittämiseen sekä kantavuuden ja ajomukavuuden parantamiseen.

Betonipäällystekokeiluilla selvitettiin eri tyyppisten liikenneeräistysten sietoa, kustannuksia, liukuvalua, jysintämahdollisuuksia, sementin korvaamista masunikuonalla ja työ- ja liikenneteknisiä ominaisuuksia yleisesti.

Koetien rakentamispaikka on valittava niin, ettei sitä päästä arvioittelemaan minkään koeosuuden suosimisesta. Koeosuuksien lyhyys vaikeuttaa tulosten luotettavaa arviointia. Liian lyhyt koeosuus voi antaa vääristyneitä tuloksia tutkittavasta ominaisuudesta. Koe- ja vertailuosuudet pitää rakentaa samalle kaistalle (poikkileikkaukselle) ja koetien on mahdolluttava liittymien väliselle tieosalle.

Koeteillä vertailtavat päällysteet on rakennettava kantavuudeltaan ja geometrialtaan samanlaisille alustoille, ellei nimenomaan tutkita näiden ominaisuuksien vaikutuksia. Liikenteellisten olojen on pysyttävä muuttumattomina.

Koneiden (koneasema, kuljetuskalusto, levitin, tiivistyskalusto ja avustavat laitteet) kapasiteetit ja yhteensopivuus pitää laskea ennakolta. Kaluston mitat, ulottuvuudet ja tekninen kunto on selvitettävä luotettavasti ennen päällystekokeilun tekemistä. Koetien rakentamista ei pidä aloittaa harjoittelemalla.

Kovaa bitumia B-65 (tai B-45) ei suositella vilkasliikenteiselle tielle. Valuasfaltti kestää kulutusta tavallista asfalttibetonia paremmin, mutta on hinnaltaan liian kallista. Sipernatin, Trinidad

Epuren ja puhalletun bitumin käyttö pienentää valuasfaltin deformaatiota. Sipernat ei vähennä nastarenkaiden aiheuttamaa kulumista. Syväasfaltilla voidaan vahvistaa vanhoja teitä ja katuja. Tartukkeiden vaikutuksesta kuumapäälysteiden kulutuskestävyyteen ei ole saatu kiistatonta näyttöä.

Epäjatkuvakäyräinen asfalttibetoni kestää kulutusta paremmin kuin tavallinen asfalttibetoni, mutta on herkempää deformatiomaan. Maksimiraekooltaan 8 ja 12 mm massat eivät sovellu lainkaan vilkasliikenteisille teille. Kuumennuspintauksella voidaan tehdä normien vaatimukset täyttävää massaa, mutta päällysteen tasaisuus, homogeenisuus ja ulkonäkö aiheuttavat ongelmia.

Asfalttimassan lajittumista voidaan selittää tyhjätilan, sideainepitoisuuden sekä 0.074, 4 ja 12 mm seulojen läpäisyprosenttien avulla. Paksu päällystekerros (150-170 kg/m²) kestää kulutusta paremmin kuin normaali (100 kg/m²) laatta. Poikkihalkeamat lisääntyvät kun päällyste vanhenee, sen pakkasmäärä kasvaa, alustan kantavuus pienenee, kiviaineksen maksimiraekoko kasvaa tai päällysteen massamäärä vähentyy. Bitumiöljyemulsiosta voidaan valmistaa öljysoran veroista päällystettä, mutta kuivattu öljysora kestää emulsiopäällystettä paremmin kulutusta.

Tilastollisen tarkastelun perusteella neliösenttimetreinä ilmoitettu poikittaisprofiilin kuluminen kuvaa päällysteen kulumista paremmin kuin uransyvyyksistä mitattu millimetrikuluminen.

Liikenne ja tien käyttäjien tarpeet määräävät tutkimuksen painopisteet. Päällysteiden urautuminen ja nopea kuluminen eivät ole maanlaajuisia ongelmia. Monissa osissa tieverkkoa ovat päällysteen vanhenemisominaisuudet ja rakentamis- ja kunnossapitokustannusten suuruus ratkaisevia. Koeteiden raportointia voidaan parantaa.

Kymmenen-viidentoista viime vuoden aikana päällysteiden suhteellinen kulumiskestävyys on parantunut.

LÄHDELUETTELO

- /1/ AB-päällysteen poikittaishalkeamien estämiskokeilu kumibitumilla 1986. Helsinki 1987, TVH:n kunnossapitotoimisto. 11 s.
- /2/ Alkio, Risto & Koivisto, Seppo & Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu vt 12:lla välillä Villähde-Nastola 1984. Espoo 1985, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 471. 53 s.
- /3/ Beilinson, Leif, Syväasfalttikokeet vuosina 1970-1980. Espoo 1981, Teknillinen korkeakoulu. 82 s.
- /4/ Belt, Jouko, Kevennetty öljysorapäällyste. Oulu 1982, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. 14 s.
- /5/ Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1974, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 20 s.
- /6/ Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 10. 21 s.
- /7/ Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1976, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 34. 24 s.
- /8/ Bitumistabilointikokeilu 1986. Helsinki 1987, TVH:n kunnossapitotoimisto. 20 s.
- /9/ Ehrola, Esko, Asfalttipäällysteiden poikittaishalkeilu matalissa lämpötiloissa ja siihen vaikuttavat tekijät. Oulu 1986, Oulun yliopisto, tie- ja liikennetekniikan laboratorio, julkaisu 4. 46 s.
- /10/ Ehrola, Esko & Koivuniemi, Mirja, Asfalttipäällysteen kulumistutkimuksia Pohjois-Suomessa vuosina 1975-1981. Oulu 1982, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos, julkaisu 37. 57 s.
- /11/ Heikkilä, Jaakko, Roudan aiheuttama pituushalkeama. Oulu 1982, Oulun yliopiston rakentamistekniikan osasto, diplomityö. 79 s.
- /12/ Huhtala, Matti, Hyttinen, Matti, Kankare, Esko & Lampinen, Anssi, Päällysrakennekoetie Palojärvi-Olkkala. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 58. 138 s.
- /13/ Huhtala, Matti, Palojärven-Olkkalan koetien päällysrakenteen teoreettiset laskelmat. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto 59. 103 s.
- /14/ Huhtala, Matti, Päällysrakennekoetie Palojärvi-Olkkala. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 182. 89 s.
- /15/ Huhtala, Raija, Tutkimus päällystettyjen teiden poikittaishalkeiluun vaikuttavista tekijöistä. Oulu 1985, Oulun yliopisto, tie- ja liikennetekniikan laboratorio, julkaisu 1. 79 s.
- /16/ Hyttinen, Matti, Kallberg, Harri, Kankare, Esko, Palojärvi-Olkkala koetie. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 115. 27 s.
- /17/ Hyttinen, Matti & Kankare, Esko, Tutkimukset syväasfalttikoeiteillä vuonna 1977. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 98. 19 s.
- /18/ Hyypiä, Marjaana, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus. Espoo

- 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 157. 42 s.
- /19/ Hyypiä, Marjaana, Päälystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 175. 25 s.
- /20/ Järvinen, Timo, Varastoinnin vaikutus kuumennetusta kiviaineksesta valmistetun öljysoran ominaisuuksiin. Espoo 1987, Teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 68 s.
- /21/ Kankare, Esko & Laitinen, Leena, Mäkelänselän päällystekoekailun profilometrimittaukset. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 2 s.
- /22/ Kankare, Esko & Laitinen, Leena, Pitäjänmäentien päällystekoekailun profiilimittaukset. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 2 s.
- /23/ Kankare, Esko & Laitinen, Leena, Sammutetun kalkin koeteiden mittaukset 1986. Espoo 1986, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 3 s.
- /24/ Kankare, Esko, Palojärvi-Olkala koetie. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 161. 136 s.
- /25/ Kankare, Esko, Syväasfalttikokeilu tieosalla Keimola-Vihti-järvi. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 13. 8 s.
- /26/ Kannisto, Pentti & Partanen, Erkki, Päälystyskokeilu "Wirtgen Repave" menetelmällä valtatiellä 3 välillä Uudenmaan läänin raja-Köykkälän risteys, Riihimäki. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 109. 22 s.
- /27/ Karhula, Jyrki & Lampinen, Anssi, Kehä III:n betonipäälystetien jyrskintäkokeilu vuonna 1983. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 407. 28 s.
- /28/ Karhula, Jyrki, Piikkiön Päälystekoetie 1978-1983. Espoo 1984, VTT, tutkimuksia 299. 76 s.
- /29/ Karhula, Jyrki, Päälystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 363. 36 s.
- /30/ Kestopäälysteiden halkeamatutkimukset koetie vt 3 Jalasjärvelä. Vaasa 1984, Vaasan tie- ja vesirakennuspiiri. 21 s.
- /31/ Koivuniemi, Mirja, Masuunikuonan käytöstä bitumilla sidotuissa tiepäälysteissä. Oulu 1979, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos, julkaisu 28. 69 s.
- /32/ Koivuniemi, Mirja, Raportti Rautaruukki Oy:n Oulun konttitehtaalla kesällä 1980 suoritettusta päälystekoekailusta. Oulu 1980, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. 38 s.
- /33/ Koivuniemi, Mirja, Raportti Rautaruukki Oy:n Oulun konttitehtaalla sijaitsevilla koeteilla kesällä 1981 suoritetuista havainnoista ja tutkimuksista. Oulu 1981, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. 8 s.
- /34/ Kurki, Reijo & Sistonen, Matti, Kuumennuspintaustutkimus. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 273. 53 s.
- /35/ Kurki, Reijo & Sistonen, Matti, Tartukekoetie vt 4-5:llä Mäntäsalässä. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 325. 43 s.
- /36/ Kurki, Reijo & Sistonen, Matti, Tartukekoetie vt 4-5:llä Mänt-

- sälässä, mittaukset vuonna 1982. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 358. 31 s.
- /37/ Kurki, Reijo, Tartukekoetie vt 4-5:llä Mäntsälässä, mittaukset vuonna 1983. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 421. 23 s.
- /38/ Kähkönen, Ari, Hämeen piirin päällystekoetie 1986. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 589. 12 s.
- /39/ Kähkönen, Ari, Keravan serpentiiniittikoetie. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 620. 11 s.
- /40/ Kähkönen, Ari, Vaahtobitumiasfaltti. Espoo 1985, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 501. 14 s.
- /41/ Laitinen, Leena, Asfaltinlevitintutkimus 1986. Espoo 1986, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 576. 20 s.
- /42/ Laitinen, Leena, Maksimiraekoetiet. Espoo 1986, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 532. 48 s.
- /43/ Laitinen, Leena, Maksimiraekoko- ja A-bitumikoetiet. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 591. 47 s.
- /44/ Laitinen, Leena & Rätty, Juha, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus 1982. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 411. 61 s.
- /45/ Laitinen, Leena, Sipernat-kokeilu Jorvaksentiellä. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 619. 15 s.
- /46/ Laitinen, Leena & Sistonen, Matti, Trinidad Epure -koetien profiilimittaukset Mo:llä 4. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 1 s.
- /47/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 169. 26 s.
- /48/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 285. 18 s.
- /49/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu Kehä III:lla välillä Veromiehenkylä-Tikkurila. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 71. 102 s.
- /50/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu kt 45:llä välillä Rajaniemi-Lakalaiva. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 436. 61 s.
- /51/ Lampinen, Anssi, Betonipäällystekokeilu kt 45:llä välillä Rajaniemi-Lakalaiva 1983. Espoo 1985, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 472. 24 s.
- /52/ Lampinen, Anssi & Laitinen, Leena, Valuasfalttipäällysteiden kulumis- ja deformaatiotutkimus Mannerheimintiellä. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 3 s.
- /53/ Lampinen, Anssi, Paraisten Kalkkitien betonipäällysteen rakentamisen jatkotutkimus. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 333. 26 s.
- /54/ Lampinen, Anssi, Paraisten Kalkkitien betonipäällysteen rakentamisen seurantatutkimus. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 286. 28 s.
- /55/ Lampinen, Anssi, Paraistentien betonipäällysteen tutkimus. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus

298. 44 s.

- /56/ Lampinen, Anssi, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 245. 22 s.
- /57/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 189. 22 s.
- /58/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 227. 9 s.
- /59/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 349. 13 s.
- /60/ Manninen, Esa, Ferrokromikuonan käyttö asfalttipäällysteessä. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tiedotteita 801. 22 s.
- /61/ Manninen, Esa, Nurmijärven päällystekoetie v. 1979-1983. Espoo 1984, VTT, tutkimuksia 302. 47 s.
- /62/ Manninen, Esa, Nurmijärven päällystekoetie v. 1979. Espoo 1986, VTT, tutkimuksia 400. 50 s.
- /63/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Mäntsälässä 1981. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 300. 76 s.
- /64/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Mäntsälässä 1981. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 360. 39 s.
- /65/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Mäntsälässä 1981. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 415. 33 s.
- /66/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 186. 60 s.
- /67/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 231. 22 s.
- /68/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 289. 48 s.
- /69/ Manninen, Esa, Päällystekoetie Nurmijärvellä 1979. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 350. 40 s.
- /70/ Manninen, Esa, Terästeollisuuden kuonien käyttö tienpäällysteessä. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 234. 22 s.
- /71/ Manninen, Esa, Terästeollisuuden kuonien käyttö tienpäällysteessä. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 377. 30 s.
- /72/ Manninen, Esa, Öljysoran kenttäkokeita 1979...1980. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 240. 54 s.
- /73/ Martiskainen, Kari, Asfalttipäällysteen poikittaishalkeamista matalissa lämpötiloissa. Oulu 1982, Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos, julkaisu 40. 90 s.
- /74/ Mustonen, Jyri, Tarkastus koetiellä Partala-Ravattila elokuussa 1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 1 s.
- /75/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1974, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 43 s.
- /76/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 19. 39 s.
- /77/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 103. 73 s.

- /78/ Niemi, Aarre, Bitumikoetie Pudasjärvellä 1971. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 204. 32 s.
- /79/ Niemi, Aarre & Hyypiä, Marjaana, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1979. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 196. 63 s.
- /80/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Jorvaksentiellä 1974. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 133. 36 s.
- /81/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 84. 41 s.
- /82/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 118. 22 s.
- /83/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 183. 25 s.
- /84/ Niemi, Aarre, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 152. 34 s.
- /85/ Niemi, Aarre, Valuasfalttikotie Mäntsälässä 1971. Espoo 1974, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 23 s.
- /86/ Niemi, Aarre, Valuasfalttikotie Mäntsälässä 1971. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 20. 16 s.
- /87/ Niemi, Aarre, Valuasfalttikotie Mäntsälässä 1971. Espoo 1976, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 59. 29 s.
- /88/ Nyberg, Clas, Päällystekoetie Kehä III:lla. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 302. 57 s.
- /89/ Nyberg, Clas, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 235. 24 s.
- /90/ Nyberg, Clas, Päällystekoetie Piikkiössä 1978. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 295. 40 s.
- /91/ Oikolautamittaukset tartukekoeteillä 1986. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.
- /92/ Paksulaattakokeilu. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, mittaus-tulokset 1986 (julkaisematon). 12 s.
- /93/ Palojärvi-Olkkala kotie. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 79. 42 s.
- /94/ Pelkonen, Veijo, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus vuonna 1975. Espoo 1976, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 52. 8 s.
- /95/ Pelkonen, Veijo, Asfalttipäällysteiden kulumistutkimus vuonna 1977. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 116. 31 s.
- /96/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1974. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 12. 36 s.
- /97/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1975. Espoo 1976, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 41. 22 s.
- /98/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuonna 1976. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 78. 34 s.
- /99/ Pelkonen, Veijo, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus vuosina 1973..1977. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 119. 73 s.
- /100/ Peltonen, Petri, Kuumabitumitartukekoetiet 1983. Espoo 1984,

- VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 404. 22 s.
- /101/ Peltonen, Petri & Saarinen, Leena, Keravan bitumikoetie 1986. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 596. 29 s.
- /102/ Peltonen, Petri & Seise, Antti, Kylmäpäällystekokeet 1982. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 387. 45 s.
- /103/ Peltonen, Petri, Öljysoran sideainetutkimus ja kenttäkoe 1981 Parkano-Karvia. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 309. 54 s.
- /104/ Peltonen, Petri, Öljysoravauriot 1981. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 290. 31 s.
- /105/ Päällysrakennekokeilu tieosalla Palojärvi-Olkkala. Espoo 1974, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 173 s.
- /106/ Päällysrakennekokeilu tieosalla Palojärvi-Olkkala. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 7. 29 s.
- /107/ Päällysteiden kulumismittaukset tartukekoeteillä Aura-Pauna ja Kaasmarkku-Tervahauta. Espoo 1975, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 18. 12 s.
- /108/ Päällystekoetie Jorvaksentiellä 1974. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 105. 33 s.
- /109/ Päällystekoetie 1982. Helsinki 1984, TVH:n kunnossapitotoimisto, loppuraportti. 15 s.
- /110/ Päällystyskoe 1979. Helsinki 1980, TVH:n maatutkimustoimisto. 26 s.
- /111/ Päällystyskokeet 1975. Helsinki 1976, TVH:n maatutkimustoimisto. 54 s.
- /112/ Päällystyskokeet 1976. Helsinki 1977, TVH:n maatutkimustoimisto. 49 s.
- /113/ Päällystyskokeet 1977. Helsinki 1978, TVH:n maatutkimustoimisto. 55 s.
- /114/ Päällystyskokeiden 1966-1976 jälkitarkastukset vuonna 1978. Helsinki 1979, TVH:n maatutkimustoimisto. 24 s.
- /115/ Reihe, Mats et al, Nurmeksen ja Helsingin recyclingkoetiet 1984. Helsinki 1985, PANK, rc-toimikunta. 11 s.
- /116/ Räinen, Matti, Masuunikuona asfalttibetonin runkoaineena. Oulu 1980, Oulun yliopisto, rakentamistekniikan osasto, erikoistyö. 21 s.
- /117/ Rätty, Juha, Karkeutetun asfalttipäällysteen urautuminen Länsiväylällä 1981-1983. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 348. 32 s.
- /118/ Rätty, Juha, Kuumapäällysteiden vauriotutkimus 1983. Espoo 1984, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 442. 55 s.
- /119/ Savela, Rauno, Asfalttipäällysteiden lajittumisesta. Tampere 1979, Tampereen teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 80 s.
- /120/ Seise, Antti & Sistonen, Matti, Sirotepintaukset tie- ja vesirakennuslaitoksen Turun piirissä 1978-80. Espoo 1982, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 280. 50 s.
- /121/ Sipernat-päällystekoetie 1985. Helsinki 1986, TVH:n kunnossapitotoimisto. 14 s.
- /122/ Sistonen, Matti, Asfalttibetonin korjaaminen kuumennuspintauk-

sella. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 190. 51 s.

- /123/ Sistonen, Matti, Päällysteiden kulumismittauksia ja vauriohavaintoja tartukekoeteillä. Espoo 1983, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 357. 21 s.
- /124/ Sistonen, Matti, Päällysteiden kulumismittaukset tartukekoeteillä 1978. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 123. 10 s.
- /125/ Sistonen, Matti, Päällystekoetie Rumpusekoitusmenetelmällä vt 3:lla Parkanossa 1979. Espoo 1981, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 223. 17 s.
- /126/ Sistonen, Matti, Rumpusekoitetusta asfalttimassasta valmistetun päällysteiden ominaisuuksista. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 96. 25 s.
- /127/ Sistonen, Matti, Sirotepintaaukset TVL:n Turun piirissä 1977. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 108. 28 s.
- /128/ Sistonen, Matti, Sirotepintaustutkimus. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 70. 56 s.
- /129/ Sistonen, Matti, Soratien tehostettujen hoitomenetelmien koekelut TVL:n Turun piirissä 1978. Espoo 1979, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 170. 91 s.
- /130/ Sistonen, Matti, Soratien tehostetut hoitomenetelmät 1979-80. Espoo 1980, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 210. 77 s.
- /131/ Sistonen, Matti, Tartukkeen vaikutus asfalttibetonin kulutuskestävyyteen. Espoo 1978, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 102. 11 s.
- /132/ Terästeollisuuden kuonat ja niiden käyttö erityisesti tiepäällysteissä. Helsinki 1981, PANK, TVH 731614. 62 s.
- /133/ Toikkanen, Kalevi, A-bitumikoetien 1984 uramittaus ja vaurio-kartoitus 7.7.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.
- /134/ Toikkanen, Kalevi & Ylä-Rautio, Matti, Oikolautamittaus ja tarkastus koetiellä vt 4 202-203 21.8.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.
- /135/ Turunen, Rauno, Heijastushalkeamien ehkäiseminen käyttämällä suodatinkankaita. Oulu 1986, Oulun yliopiston rakentamistekniikan osasto, tutkimusraportti. 5 s.
- /136/ Tutkimukset syväasfalttikoteilla vuonna 1976. Espoo 1977, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus 67. 21 s.
- /137/ Wahlgren, Otto & Laitinen, Leena, Hämeentien asfalttibetonin ja sidekivipäällysteiden profiilimittaukset. Espoo 1987, VTT:n tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostus. 1 s.
- /138/ Ylä-Rautio, Matti, Asfalttibetonin maksimiraekokeilut 1984. Helsinki 1985, TVH:n koeselostus. 39 s.
- /139/ Ylä-Rautio, Matti, Betonipäällysteosuuden tarkastus 6.6.1985. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 1 s.
- /140/ Ylä-Rautio, Matti, Bitumiemulsiokokeet 1984. Helsinki 1984, TVH:n koeselostus. 21 s.
- /141/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset Koskenranta-Ypäjä ja Kitala-Seppälä. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon).

14 s.

- /142/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset Vappulan ja Myllykylän paikallisteilla 28.5. ja 25.9.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.
- /143/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset 7.3.1986 ja 17.7.1986 vt 3:11ä välillä Koskue-Jalasjärvi. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 8 s.
- /144/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastukset 8.5.1986 ja 16.7.1987 vt 9:11ä välillä Mellilä-Loimaa. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 11 s.
- /145/ Ylä-Rautio, Matti, Jälkitarkastus Kannus-Viitajärvi 12.5.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 16 s.
- /146/ Ylä-Rautio, Matti, Kokeet ohuilla pintauksilla 1984. Helsinki 1984, TVH:n koeselostus. 10 s.
- /147/ Ylä-Rautio, Matti, Kt 88 Saloinen-Honganpalo valvontaselostus ja tarkastusmittaus. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 11 s.
- /148/ Ylä-Rautio, Matti, Kustavintien tarkastus 8.5.1986. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 5 s.
- /149/ Ylä-Rautio, Matti, Mt 120 Lahmus-Takkula lajittumakoetien valvontaselostus ja tarkastusmittaus 5.6.1986. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 19 s.
- /150/ Ylä-Rautio, Matti & Mustonen, Jyri, Mäntyöljykokeilu AB:ssa. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 3 s.
- /151/ Ylä-Rautio, Matti & Mustonen, Jyri, Tartukekokeilut AB:ssa. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 5 s.
- /152/ Ylä-Rautio, Matti, RC-koetie 1984 Nurmee, piirin uramittaus ja vauriokartoitus 15.10.1986. TVH:n kunnossapitotoimisto 1986 (julkaisematon). 1 s.
- /153/ Ylä-Rautio, Matti, Trinidad luonnonasfalttikokeilu 1985. Helsinki 1986, TVH:n kunnossapitotoimisto. 21 s.
- /154/ Ylä-Rautio, Matti, Uramittausraportti U-piirin koetieltä vt 1 Myllylampi. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 3 s.
- /155/ Ylä-Rautio, Matti, Vt 3 Alaskylä-Parkano tarkastusmittaukset 15.7.1986 ja 13.5.1987. TVH:n kunnossapitotoimisto 1987 (julkaisematon). 2 s.
- /156/ Ylä-Rautio, Matti, ÖSK:n tartukekokeilu 1986 TVL:n Uudenmaan piirissä. TVH:n kunnossapitotoimisto 1986 (julkaisematon muis-tio). 5 s.
- /157/ Äijö, Juha, Vaahtobitumin käyttö kantavuuden parantamiseen. Espoo 1985, Teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 61 s.

ISBN 951-47-1006-1